




VERWIJDERD



JOURNAL

DES

ARMES SPÉCIALES

AVERTISSEMENT DE L'ÉDITEUR.

Nous publions aujourd'hui les numéros de janvier, février, mars, avril, mai et juin, tome VII. Ce volume forme le premier semestre de l'année 1857.

AVIS.

Depuis le 15 juillet 1856, la librairie militaire et les bureaux du Journal sont transférés rue Saint-André-des-Arts, 58, où MM. les souscripteurs, pour l'année 1857, sont priés d'envoyer le montant de leur abonnement.

J. CORRÉARD.

Paris. — Typographie de Gaittet et Cie, rue Gît-le-Cœur, 7.

JOURNAL

DES

ARMES SPÉCIALES

ET DE

L'ÉTAT-MAJOR



PUBLIÉ SUR LES DOCUMENTS FOURNIS PAR LES OFFICIERS
DES ARMÉES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

PAR

J. CORRÉARD

Ancien ingénieur

QUATRIÈME SÉRIE. — TOME VII. — 24e ANNÉE

Nos 1 A 6. — JANVIER A JUIN 1857

PARIS

LIBRAIRIE MILITAIRE, MARITIME ET POLYTECHNIQUE
DE J. CORRÉARD
Libraire-éditeur et libraire-commissionnaire
RUE SAINT-ANDRÉ-DES-ARTS, 58

1857

JOURNAL DES ARMES SPÉCIALES.

MÉMOIRES

SUR

L'ART DE LA GUERRE,

PAR

LE GÉNÉRAL COMTE DE LA ROCHE-AYMON.

IX.

MÉMOIRE

SUR L'ATTAQUE ET LA DÉFENSE DE LA FORTIFICATION DE CAMPAGNE[1].

Si le retranchement n'avait ni fougasses, ni puits, ni fossés profonds, l'attaque ne demanderait point autant de précautions. On avancerait tout simplement à l'attaque du parapet, ne répondant au feu du retranchement que par des troupes de tirailleurs répandues sur les flancs de la petite colonne d'attaque. Ou bien, mettant toute sa troupe à la débandade, après un feu plus ou moins vif, plus ou moins prolongé, on se

1. Voir le *Journal des Armes spéciales* du 1er semestre 1856.

réunirait (au moment le plus favorable) en colonne d'attaque, et l'on insulterait le parapet. Cette manière d'attaquer est d'une très-facile exécution contre les retranchements où il n'y a point d'artillerie. Mais il faut avoir soin de soutenir ses tirailleurs par quelques petites troupes formées, ou mieux encore par quelque cavalerie, pour être en état de repousser les sorties que l'ennemi pourrait essayer, et pour arrêter la cavalerie qu'il pourrait avoir derrière les ouvrages que l'on n'aurait pu cerner, ou qu'il aurait embusqué à peu de distance de là. Si l'on avait de l'artillerie, elle ne changerait rien à ces dispositions, on lui choisirait des emplacements avantageux d'où elle pourrait mieux seconder les efforts. Comme presque tous les retranchements sont situés de manière à pouvoir être secourus, il faut donc ne point négliger les moyens qui peuvent leur ôter cet avantage. Si cela est impossible, il faut faire en sorte d'être averti assez à temps de l'approche des secours qui surviennent à l'ennemi pour que, si l'on ne veut pas discontinuer l'attaque, on puisse leur résister ou se retirer à propos, si l'on craignait un engagement disproportionné. C'est la réserve qui, dans ce cas, doit se porter sur les avenues par où pourraient arriver les renforts; elle se conduit alors selon ses ordres et ses forces.

Attaque des postes retranchés.

Les postes fortifiés en terre, étant ordinairement imparfaits, sont pour la plupart d'une attaque facile. Il n'en est pas de même des postes fermés comme villes, bourgs, villages, églises, maisons retranchées. L'examen du poste et les dispositions de l'ennemi doivent précéder toute entreprise pareille. De mauvaises dispositions de défense, de la négligence dans les troupes, rendent souvent un poste facile à enlever, surtout si l'on peut s'en approcher dans l'obscurité et se glisser par des sentiers détournés à travers des haies, des jardins, etc. L'attaque de pareils postes ne peut guère se faire sans canon ou artillerie. Pour en approcher, on doit employer tout ce qui a été déjà indiqué à l'article de la marche des détachements.

Villes fermées.

La plupart des villes ne sont fermées que de murailles sèches et non terrassées ; mais quelque faibles que soient ces murailles, ce serait s'exposer à une perte inévitable que d'aller en plein jour se présenter devant elles et chercher à les emporter.

Si ceux qui les défendent ont du courage et de la résolution, ils sentiront bien la difficulté de franchir leurs murailles.

Il faut donc, pour attaquer ces endroits, être en état d'y faire brèche. Pour cet état, on doit mener avec soi quelques pièces légères de 6 ou 8, de même que deux mortiers ou obusiers de six à huit pouces. On s'arrange pour arriver à la fin du jour auprès des lieux que l'on veut attaquer; l'on fait pendant la nuit une espèce d'épaulement pour garantir les troupes du feu de l'ennemi et servir à couvert le canon et les mortiers. Dès la pointe du jour ou bat en brèche, et l'on réduit ainsi assez promptement et sans perte les lieux dont il s'agit.

Si l'on n'est pas à portée d'avoir du canon, le parti le plus sûr et le plus facile, supposant qu'on connaisse bien le lieu qu'on veut attaquer, est de s'en emparer par l'escalade. On fait semblant d'attaquer par un côté, pour y attirer l'attention, et l'on applique les échelles de l'autre, pour franchir les murailles et pénétrer dans la ville.

Supposant que l'escalade ait réussi, ceux qui sont entrés dans la ville doivent aller aux portes, pour les ouvrir et faire entrer les troupes; après quoi il faut charger par derrière les soldats qui se défendent contre la fausse attaque, se rendre maître de tout ce qui peut assurer la prise de ce lieu, et forcer ainsi ceux qui le défendent à se rendre. L'on peut, dans ces sortes d'attaque, se servir utilement du pétard.

C'est ordinairement la nuit que l'on choisit pour ces sortes d'entreprise. Pour que les troupes se reconnaissent, on leur donne des signes bien marqués, car c'est un des premiers soins à prendre dans de pareils projets. Si la porte n'est que barricadée, on l'enfonce avec un pétard. Comme souvent, malgré les meilleures précautions, les expéditions nocturnes sont sujettes à des méprises dangereuses, il vaut mieux, à moins qu'on ne soit sûr de surprendre les portes au moyen de quelque intelligence, n'attaquer ces postes qu'en plein jour. Voici à peu près les règles qu'on doit observer dans de pareilles entreprises, qui demandent toujours beaucoup de monde. L'artillerie étant conduite dans les emplacements les plus avantageux, on partage son détachement en plusieurs colonnes, destinées à former plusieurs attaques, pour attirer sur plusieurs points l'attention de l'ennemi. L'attaque principale se dirige ordinairement sur les portes; mais comme il se pourrait qu'une des fausses attaques trouvât de son côté plus de facilité pour forcer les murailles, ce serait à l'officier, s'il y trouve de l'avantage, à la convertir promptement en une véritable, après en avoir fait prévenir le chef, qui alors le renforcerait en proportion de son succès. Une fois que la fausse attaque aurait pénétré, elle devrait marcher aux portes pour les ouvrir, et les travailleurs, que l'on

rues voisines, vous charger en flanc. Le détachement d'élite poursuivant toujours l'ennemi, à chaque rue qui aboutira dans celle qu'il parcourt, fait laisser des détachemeuts plus ou moins forts qui, couvrant les flancs, serviront pour se replier avec sûreté sur la en cas de non succès.

Ces précautions assurent la marche du premier détachement. De cette manière, tous les autres qui suivent peuvent aller à leurs destinations sans être arrêtés. Les détachements qui suivent, après avoir laissé à la garde de la porte le nombre d'hommes nécessaire, se portent rapidement entre les murs et les maisons pour gagner à droite et à gauche les rues qui peuvent aboutir à la place principale où l'ennemi est supposé encore retranché, et pour l'y forcer en favorisant l'attaque du premier détachement. La cavalerie se porte rapidement le long des remparts, en nettoie le pourtour et est suivie d'une troupe d'infanterie et de travailleurs qui ouvrent les portes, détruisent les banquettes ou les échafaudages qui se trouvent le long des remparts, en un mot, les travaux défensifs, pour qu'en cas de non succès dans cette première attaque l'ennemi ait trop à réparer pour pouvoir résister à une seconde. Le commandant[1] doit avoir indiqué un lieu

1. Les généraux ont aujourd'hui des fanions qui indiquent leurs emplacements.

où on puisse le trouver pendant l'attaque, afin de lui rendre compte et lui demander ses ordres. Les soldats ne pourront, sous peine de mort, quitter leurs rangs. Une fois la ville enlevée, si l'on a trop perdu pour pouvoir s'y maintenir contre des renforts qu'y enverrait l'ennemi, il faudrait se replier avec les précautions dont nous avons parlé à la fin du second volume à l'article des détachements.

Attaque des bourgs et villages.

Il y a deux aspects sous lesquels il faut considérer l'attaque d'un bourg ou village fortifié. Le premier est, quand le bourg et village a son enceinte fortifiée; le second, quand les avenues en sont simplement barricadées et que l'église et le cimetière en sont seuls retranchés. Dans ces deux cas, une connaissance exacte du local est toujours provisoirement nécessaire à tout plan d'attaque.

Si l'on est séparé du poste que l'on doit attaquer par des défilés, des marais ou des rivières, de manière à ce que l'on ne puisse s'en approcher que par un certain nombre de débouchés que l'ennemi occupe par des postes qui sont parfaitement sur leurs gardes; la plus grande difficulté consiste à se procurer des renseignements nécessaires, soit de la force de ses

troupes, soit de celle du retranchement, pour pouvoir préparer son plan d'attaque. Le soin principal que doit avoir l'officier est de faire glisser entre les postes avancés de l'ennemi un officier intelligent avec une patrouille, soit pour enlever quelques officiers ou sous-officiers qui puissent donner les renseignements que l'on désire. Une fois ces renseignements connus, on cherche à tourner ou enlever les petits postes qui barrent les débouchés jusqu'au village, pour s'en approcher en secret avec tout son détachement. Quand on est arrivé à 2 ou 300 pas du village, le chef va lui-même reconnaître et dispose son attaque d'après la manière dont le village est retranché (je suppose dans ce cas l'attaque faite de nuit).

On fait ordinairement plusieurs attaques à la fois, mais on courrait moins de risque d'être découvert si l'on n'en faisait d'abord qu'une. Il faut cependant se mettre toujours à même de pouvoir forcer l'ennemi à des diversions en disposant plusieurs détachements, qui auraient ordre de se tenir dans le plus grand silence à une bonne distance des retranchements, pour ne commencer leur attaque que quand la première troupe serait déjà engagée. Si l'on était découvert, ce que ces détachements apprendraient facilement par le feu de l'ennemi, ils devraient aussitôt se mettre en marche le plus rapidement possible, commencer leur attaque

et employer toutes leurs forces pour pénétrer dans les retranchements.

Si les retranchements sont mal défendus, on peut facilement les insulter, quels que soient les fossés ou les palissades qui les entourent en se servant d'échelles sur lesquelles on a fixé une planche dans toute sa longueur. A un bout de l'échelle il y a deux piquets de fer que l'on enfonce dans le bord de la contrescarpe, une corde est attachée à l'extrémité supérieure que l'on pousse contre la berne, et quand elle y est, c'est un pont aussi commode que solide pour pénétrer dans le retranchement.

S'il n'y avait point de palissades, de fraises, ni de puits, alors ce moyen serait inutile; se jetant dans le fossé et remontant sur la berme, on serait encore plus vite sur le haût du parapet. Mais si les retranchements étaient bien faits, bien fortifiés, bien défendus, pour ne pas perdre inutilement de braves soldats, il faudrait se servir d'artillerie pour en ruiner la défense, et à force d'obus et de grenades incendier les maisons en arrière, ce qui ne laisse pas toujours d'inquiéter les défenseurs, quelques précautions qu'ils aient prises, d'avancer assez leurs ouvrages, pour y être à l'abri de l'incendie. Mais alors de pareilles attaques ne doivent se tenter qu'en plein jour. Il faut chercher à diriger ses colonnes d'attaque le plus à couvert du feu des

ouvrages : le terrain offre quelquefois des accidents tels que rideaux, ravins, etc., qui le permettent.

Si le village n'est pas entièrement fortifié, la nuit peut être employée avec moins de danger dans son attaque. Cette expédition devient alors une surprise.

Dans l'attaque des lieux ouverts, l'église et le cimetière sont ordinairement les endroits fortifiés, où l'ennemi se rassemble à la première alerte. Les maisons environnantes sont communément garnies de soldats, les rues et les chemins embarrassés de chariots, ou barrés par des chevaux de frise.

Si l'ennemi est ainsi disposé, les difficultés ne doivent point rebuter, car on trouve quelquefois sur les flancs et les derrières des passages pour le joindre. Souvent il suffit de couper quelques haies ou de franchir ou abattre un mur, pour arriver aux maisons, d'où il faut commencer par le déloger avant de s'avancer au cimetière. Si l'attaque était faite d'une manière si prompte et si subite que l'ennemi fût encore dispersé dans le village, et n'ait pas eu le temps de se rassembler, il faut se hâter d'occuper le cimetière et l'église, pour empêcher l'ennemi de s'y réunir. Le reste de votre détachement se dispersera en diverses troupes dans les rues, pour attaquer et dissiper les ennemis qui auraient pris les armes. On doit laisser à

toutes les rues ou issues de petites patrouilles, qui l'empêchent d'être tourné, si l'ennemi se rassemblait. Si l'ennemi est rassemblé au cimetière, on avance sur lui par toutes les avenues, qui y conduisent; cela l'oblige à partager son feu. Si l'on a des échelles, on les applique au mur, ou bien, poussant les charettes que l'on rencontre près des murailles, on s'en sert pour donner l'assaut, que l'on fait précéder par autant de grenades et balles à feu que l'on peut.

Les premiers soldats qui pénètrent dans le cimetière doivent s'avancer quelques pas en avant du passage, et se réunir, pour donner le temps au reste de la troupe de passer par-dessus les murs et de se former derrière eux. Quoiqu'on réussisse souvent à renverser l'ennemi en l'attaquant brusquement dès qu'on est entré, il est plus prudent de se mettre en ordre ; il est vrai que l'on perd un peu de temps, dont l'ennemi peut profiter pour se rassurer, mais on s'en dédommage par la conservation des hommes et le plus d'impulsion de son attaque.

Si l'ennemi a fortifié l'église et qu'il s'y retire, il faut à coups de canon enfoncer les fenêtres, y jeter force grenades et feux d'artifices, et en même temps agir vigoureusement contre le tambour et la porte, pour en forcer l'entrée. S'il importe d'emporter un poste quelconque, sans perdre de temps, le moyen le plus sûr et

le plus prompt est d'y jeter force obus ou bombes, pendant qu'on le bat avec du canon.

Maisons.

Veut-on forcer une maison, une ferme? Il faut, si l'attaque se fait ouvertement sous la protection d'un feu vif, entourer le bâtiment de paille et de roseaux auxquels on met le feu. Si l'attaque se fait par surprise, on cherche à pénétrer soit par les fenêtres, soit franchissant ou perçant une muraille écartée. Mais pareilles entreprises ne peuvent s'exécuter que quand l'ennemi se garde mal.

Les cimetières, les églises, jardins entourés de bons murs, s'ils sont occupés par de bonnes troupes conduites par un officier intelligent, peuvent faire une résistance très-meurtrière, et l'on ne doit point les attaquer sans artillerie.

Quand on attaque une maison où il y a des troupes déterminées, il ne faut point non plus le faire sans artillerie. Il vaudrait mieux de ne pas assez charger les pièces pour que le boulet fasse son trou, mais de manière qu'il frappât seulement le mur et l'ébranlât. On peut facilement calculer pour cet effet le degré de plus ou de moins de charge.

Résumé des règles générales de l'attaque des retranchements.

Ne rien donner au hasard et tout à la prudence, est une règle dont on ne doit jamais s'écarter à la guerre.

Dans toute opération quelconque l'examen du poste et des dispositions de l'ennemi doit précéder l'exécution. C'est d'après cela que l'on peut diriger ses attaques ou bien juger si l'on n'est pas assez fort pour l'entreprendre.

De même que l'ennemi qui défend doit se précautionner contre toutes les surprises, de même l'attaquant doit chercher à profiter du désordre que son arrivée imprévue doit causer à l'ennemi. L'on sent de là combien il est essentiel de marcher avec précaution et silence. Dans toutes les attaques de nuit voici les précautions qu'il ne faut pas négliger :

1° Jeter quelques balles à feu sur les derrières de l'ennemi afin d'éclairer ses dispositions et pouvoir découvrir sa retraite s'il voulait l'exécuter.

2° Si elle se fait avec confusion, ne pas envoyer à sa poursuite plus de monde qu'il n'en faut pour augmenter son désordre, crainte de se trop dégarnir.

3° Ne pas le poursuivre trop loin, se défier des embuscades.

4° Avoir un rendez-vous fixé d'avance, où l'on se

retirera à un signal donné; afin que si l'entreprise manque, le corps étant rassemblé puisse faire une bonne résistance dans sa retraite; sans cette précaution, il serait à craindre qu'il ne se dispersât.

Comme presque tous les postes sont situés de manière à pouvoir être secourus, il ne faut donc point négliger les moyens qui peuvent leur ôter cet avantage, en leur coupant les communications avec les renforts qui peuvent arriver. Si cela est impossible il faut faire en sorte d'être averti assez à temps de l'approche des secours qui surviennent à l'ennemi, pour que si l'on ne veut point discontinuer l'attaque on puisse leur résister, ou se retirer à propos, s'ils étaient trop supérieurs.

Il faut, si l'on attaque de nuit, employer toutes les précautions nécessaires pour approcher sans être découvert, escalader le poste d'un ou de deux côtés, tandis que de petites troupes inquiéteront l'ennemi par leur feu aux autres endroits, et y perceront même, si elles y trouvent de la possibilité. Si l'attaque se fait de jour, on doit mettre l'artillerie sur les ailes, avant et pendant le combat, et faire tirer continuellement sur le poste. Trouve-t-on des abatis, s'ils sont vieux ou secs, on y met le feu; s'ils sont d'arbres coupés noupés nouvellement[1] ou que les avenues soient fermées

1. Pour détruire les abattis avec l'artillerie il faut les prendre

avec des voitures, il faut en déloger l'ennemi avec des grenades et obus et force coups de canon.

Quant à la marche ou retraite des détachements employés à l'attaque des postes ou à leur défense, ces détails appartiennent aux détachements ; j'y renvoie le lecteur.

de biais et réunir le plus de pièces que l'on peut sur le même point. Quelque gros que soient les arbres, ils seront dans peu de temps assez découpés pour que l'entrée soit praticable. Outre cela, les boulets s'échapperont encore sur les troupes qui les défendent, et les incommoderont beaucoup par les éclats et branches emportées.

APPLICATION

DE LA FORTIFICATION

AUX

GRANDES OPÉRATIONS DE LA GUERRE.

L'objet de ce livre est de faire voir l'influence réciproque qu'ont l'une sur l'autre ces deux branches de l'art militaire. Une fois sorti des détails qui sont exclusivement propres à chacune d'elles en particulier, elles se prêtent mutuellement leur secours pour établir les seules bases solides d'après lesquelles on doit concourir aux grands développements de la guerre offensive ou défensive.

SECTION PREMIÈRE.

L'objet de la guerre n'est pas simplement de vaincre et de conquérir, il doit être aussi de con-

server, c'est-à-dire qu'il faut couvrir son pays avant que de rien entreprendre. Et qu'est-ce qui y contribue plus que de bonnes places bien disposées?

Par défendre ses États par la fortification, je n'entends point les hérisser de places fortes, à chaque partie accessible des frontières, qui nécessitent un siége à chaque pas que l'ennemi voudra y faire; mais j'entends une combinaison des moyens de l'art avec les moyens défensifs de la nature, telle que ceux-ci deviennent insurmontables tant que ceux-là n'auront pas succombé. J'entends par les moyens de l'art non-seulement les places fortes, mais encore les camps retranchés et positions fortifiées, les abatis, les inondations, les canaux, routes et communications militaires, enfin les postes retranchés, redoutes et autres ouvrages. Mais qu'est-ce qui en détermine et règle le choix et le nombre? La stratégique. Car les principes de l'établissement des forteresses, ou ceux de la fortification, appliqués à la sûreté comme à la défense des États, embrassent toutes les hypothèses possibles d'offensive et de défensive.

Particularisons les principes qui doivent servir de bases à l'application de la fortification au terrain. On peut les réduire à six.

Premier principe.

L'art de disposer les fortifications d'une frontière doit avoir pour objet le complément de tous les obstacles que peut offrir sa constitution physique. Ainsi l'on doit joindre à la parfaite connaissance des propriétés défensives d'une frontière la combinaison de toutes les opérations que l'ennemi pourra tenter de faire pour pénétrer dans le pays et de toutes celles qu'on devra faire pour s'opposer à son dessein. L'histoire de la guerre sur cette frontière jettera un grand jour sur cet objet, et fournira des faits préférables aux hypothèses les plus vraisemblables, que le coup d'œil militaire devra cependant encore rechercher, en se conformant autant à l'assiette du pays qu'au plus ou moins de force des États limitrophes.

En combinant ainsi, sans jamais les séparer, avec les moyens de défense que le pays peut offrir, ceux de l'art de fortifier et les mouvements des armées, soit qu'elles agissent en campagne, soit qu'elles défendent les places et les retranchements, on obtiendra par leur secours mutuel le maximum des dispositions de tous les genres de résistance.

Second principe.

Tous les passages, issues ou trouées, par lesquels l'ennemi pourrait pénétrer dans la frontière, doivent être pourvus de moyens suffisants pour procurer aux troupes qui les défendront l'avantage d'y prolonger une facile résistance.

Ainsi les positions que d'habiles généraux auront occupées le plus efficacement dans la guerre défensive devront être fortifiées à raison de leur importance et de leur utilité constatée par l'expérience ou par une analyse approfondie.

Les principales positions, étant ainsi fortifiées, rendront à l'armée une grande partie des troupes qu'elles auraient exigées pour leur garde, et cette armée trouvera dans ces points de sûreté, dont elle se couvrira ou s'appuiera, le moyen d'agir avec sécurité dans les différentes directions que les mouvements de l'ennemi l'obligeront de prendre et par conséquent les moyens de se présenter toujours à lui avec un avantage relatif à sa condition défensive.

Troisième principe.

L'expérience ayant souvent prouvé que, quelque avantageuse que fût une position, celle que

prenait l'ennemi obligeait à l'abandonner, et que, quelque bien fortifiée et défendue que fût une position, on pouvait y être forcé; il convient de rechercher toutes celles auxquelles, en pareilles circonstances, on serait obligé d'avoir recours, et de les disposer de la manière la plus avantageuse. Il résultera de cette recherche que le nombre des lignes de défense et des moyens artificiels sera en raison inverse de la force positive des frontières, c'est-à-dire du nombre des avantages naturels du site qu'on veut défendre. Ainsi les pays fermés de montagnes, ceux couverts de forêts, ou coupés par des lacs et des marais, et les côtés de la mer qui sont naturellement forts, n'auront qu'une ou deux lignes de positions fortifiées, tandis que les pays de plaine et ceux trop accessibles devront en avoir trois ou quatre. De cette manière on établira avec économie entre les frontières de différentes natures l'équilibre nécessaire de leur force défensive.

Quatrième principe.

Le nombre et la qualité des obstacles qu'on oppose à l'ennemi doivent être en raison directe des moyens qu'il peut employer pour attaquer le pays.

Ces moyens se composant de sa force militaire,

du nombre et de la longueur des lignes d'opération sur lesquelles il peut agir, on doit les bien connaître et les bien étudier.

Dans tous les cas, on doit combiner les opérations de l'armée défensive, en ne supposant sa force qu'égale aux deux tiers au plus de celle de l'armée offensive. Le nombre et la force des places et des retranchements doivent parer aux inconvénients d'une longue ligne d'opération contre une plus courte ligne possédée par l'ennemi, par conséquent mettre en équilibre la force relative des frontières.

Cinquième principe.

La position morale des armées influant beaucoup sur leur position physique, on doit toujours chercher à pouvoir sortir d'une défensive périlleuse sur un point par l'offensive hardie qu'on porte sur un autre point. Il faut donc disposer de certaines positions de manière à menacer l'ennemi d'une diversion, ainsi qu'à favoriser la guerre offensive, qu'en d'autres circonstances on serait tenté d'entreprendre.

Sixième principe.

Les moyens de communication doivent être,

dans tous les cas, nombreux, commodes et sûrs pour soi, tandis qu'ils seront rares, impraticables et dangereux pour l'ennemi.

Ainsi les grandes routes, les principaux chemins et les canaux de navigation doivent avoir des directions convenables, pour contribuer à la disposition défensive des frontières. On doit les lier l'une à l'autre, les couvrir et les appuyer par des places ou par des retranchements qui en assurent l'usage pour soi en même temps qu'ils en interdisent la jouissance à l'ennemi. On ne saurait chercher avec trop de soin à se procurer ce double avantage, qui multiplie, accourcit et consolide les lignes d'opération pour aller à l'ennemi, en quelque point qu'il se présente, tandis qu'il allonge les lignes d'opération de l'ennemi et les rend faciles à inquiéter ou à rompre.

Tels sont les principes auxquels se rapportent tous les raisonnements que l'on peut faire sur l'emploi de la fortification pour la défense des frontières.

S'il n'est pas aisé de poser les principes qui renferment en peu de termes ce qu'il faudrait exprimer longuement pour satisfaire à tous les cas, il est bien plus difficile encore de faire de ces principes une application judicieuse aux diverses

localités, et d'obtenir par ce moyen une disposition de forteresses de divers ordres, de camps, lignes, etc., qui puissent s'opposer à toutes les opérations qu'un ennemi habile pourrait entreprendre. L'on ne doit pas se dissimuler que cet ensemble de dispositions défensives, soutenues par une armée, sera d'autant plus difficile à perfectionner que les hypothèses de la guerre fictive d'après lesquelles on aura composé avec le plus de sagacité son système défensif pourraient être détruites par les chances incalculables de la guerre effective. Aussi ne doit-on jamais se promettre, même des plus savantes conceptions en ce genre, liées avec tout ce que l'on peut attendre des talents des généraux et du courage des troupes, la rigoureuse impénétrabilité des frontières, mais seulement une si grande difficulté de les entamer et une telle incertitude du succès que l'ennemi ne se décide que rarement à faire les sacrifices d'hommes et d'argent nécessaires pour parvenir à cette fin.

L'ordonnance des dispositions défensives des frontières d'un grand État doit être embrassée d'une manière générale par le conseil du gouvernement. Mais on risquerait de s'égarer dans l'immensité des combinaisons d'une aussi grande

entreprise, si on ne la subdivisait à raison des différences principales de la nature des frontières et selon qu'elles sont opposées à divers États limitrophes. Il convient même encore de n'embrasser que par parties distinctes celles de ces principales divisions qui auraient une longue étendue. Alors on analysera facilement les forces naturelles du pays et l'on en déduira aisément les forces artificielles qu'il sera nécessaire d'y ajouter pour parer à tous les cas d'offensive qu'on aura pu prévoir.

Après avoir ainsi déterminé sur chaque partie de la frontière les dispositions du premier ordre, de seconde classe, et celles accessoires, il ne restera plus qu'à lier fortement ces dispositions isolées et à indiquer les positions nécessaires à occuper pour enchaîner par une défense réciproque les frontières contiguës, surtout celles qui sont de différentes natures.

M. de Cormontaigne est le premier ingénieur qui ait distingué les différents ordres de places fortes correspondants à leurs différentes lignes. Mais cet habile homme s'éloigne trop de la nature, il suppose dans son hypothèse un État de forme circulaire également accessible sur ses diverses frontières et dont il est question de disposer la

fortification de la manière la plus convenable aux règles ci-dessus énoncées.

Il place en première ligne sur la frontière extrême de petites places suffisantes pour barrer un débouché, appuyer une position, contenir une garnison assez forte pour en imposer aux partis ennemis et leur couper la retraite dans le cas où ils hasarderaient de passer entre deux places. Il désire ces petites places à 5 ou 6 lieues au plus de distance entre elles. En arrière de cette première ligne, il en forme une seconde de places de moyenne grandeur, disposées sur un cercle concentrique à celui de la première et éloignées de lui à la distance qui s'y trouve d'une place à l'autre. Cette seconde ligne ne doit contenir que la moitié des places comprises dans la première. Ces places de seconde ligne se trouvent espacées de 7 à 8 lieues. Un autre cercle est tracé à 7 ou 8 lieues en arrière de ce second, pour former une troisième ligne de places du premier ordre, dont le nombre est moitié moindre que celui des places de la seconde ligne et a le double d'espace entre elles. Au moyen de ces trois lignes de places fortes, disposées autant que possible en échiquier, l'État se trouve convenablement fortifié. Voici sa manière de se servir de ces lignes. Les places

de premier ordre, depuis 12 fronts et au-dessus, contiennent les dépôts tant nécessaires aux armées défendant cette frontière que ceux destinés à l'approvisionnement des places de seconde ligne. Ces dépôts sont d'autant mieux assurés que l'ennemi ne peut y arriver qu'après avoir pris 3 ou 4 places tant de la première que de la seconde ligne, il lui reste encore alors un siége considérable à entreprendre. Les places de second ordre et de seconde ligne qui servent d'entrepôts intermédiaires entre les armées et les grandes places, quand les armées s'en éloignent, sont depuis 8 jusqu'à 11 fronts. Ces places ne pouvant pas être l'objet d'une première attaque de l'ennemi, qui doit auparavant s'emparer au moins d'une place de premiére ligne, on a le temps d'en évacuer les munitions et de n'y laisser que ce qu'il faut pour leur défense en cas de siége; d'ailleurs, elles sont trop petites, en cas que l'ennemi en prenne une, pour lui servir de dépôt: elles ne peuvent lui servir que d'entrepôt.

Les petites places, depuis le carré jusqu'à l'octogone, placées en première ligne, tout en remplissant bien d'autres objets, ne peuvent servir ni de dépôt ni d'entrepôt à l'ennemi.

Mais tout en adoptant, dit M. de Bousmard, les

principes de Cormontaigne, pour mettre en sûreté et à l'abri d'être assiégées des premières les places de dépôts ou du premier ordre et même celles de seconde ligne ou d'entrepôt, je trouve que, quand il sera possible de s'assurer, par le secours des propriétés naturelles de leur position, que ces places ne pourront être assiégées qu'après que plusieurs autres seront prises, ou bien encore qu'elles seront aussi difficiles à investir, et à avoir leurs siéges couverts par des armées d'observation, qu'elles seront aisées à soutenir par des armées défensives et à délivrer par des armées de secours, elles seront encore mieux placées en seconde et surtout en première ligne qu'en troisième; parce qu'alors à toutes les propriétés précieuses de la défensive elles réuniront les propriétés plus précieuses encore d'une offensive plus efficace.

Tel est Strasbourg, place de dépôt et de premier ordre, en première ligne sur le Rhin; mais qui ne peut être assiégée avant que quelques places, soit de la Haute, soit de la Basse-Alsace, ne soient prises, et sans que l'armée d'observation ne soit en même temps maîtresse des principaux débouchés des Vosges.

Tel est Landau, excellente place de grand entrepôt, et du second ordre, qui, en première ligne,

au bas de l'extrémité de la longue chaîne des Vosges, à l'entrée de la plaine du Palatinat d'un côté, et de celle de l'Alsace de l'autre, peut être secourue par l'un et l'autre côté de la montagne, et demande, pour en couvrir le siége, à peu près deux armées d'observation. Ces deux places, à leurs propriétés défensives et de soutien de la frontière, joignent des propriétés offensives qui les rendent équivalentes à deux armées prêtes à envahir, l'une, la Souabe, l'autre, le Palatinat de la rive gauche du Rhin jusqu'à celle de la Moselle. Que conclure donc de tout cela, par rapport aux divers ordres et lignes des places, et à la manière de les disposer pour la défense de l'État? Ce qu'en conclut le général Lloyd; que si votre situation est telle qu'en général vous puissiez attaquer votre ennemi sur une frontière donnée, vos places de dépôt ne sauraient jamais en être trop proches, parce que votre ligne d'opération deviendra plus courte. Mais que si vos places de dépôt sont destinées à défendre votre pays, il faut qu'elles soient placées à 15 ou 20 lieues de la frontière, à moins que le contraire ne soit nécessité par quelques circonstances extraordinaires, telles qu'une grande rivière, un passage important à conserver. Les places de moyenne grandeur et d'entrepôt seront

encore mieux sur la première ligne que sur la seconde, quand elles seront situées de manière à ce qu'il soit impossible de les investir ou assiéger des premières et difficile de les couper de l'armée défensive avant d'en avoir pris quelques autres. Elles produiront un meilleur effet pour l'offensive que les petites places, et auront encore sur la défensive une influence que la médiocrité de garnison des petites places ne peut leur donner, celle d'inquiéter, enlever les convois, couper les communications de l'ennemi, surtout si on a le soin de les munir d'une garnison un peu considérable en cavalerie.

Les petites places du troisième ordre, quand elles ne forment pas un défilé, ne commandent pas le passage ou la navigation d'une rivière à l'extrême frontière, sont aussi bonnes, et meilleures peut-être, en deuxième ou en trosième ligne qu'en première. Car hors de ces deux objets on ne peut en avoir eu d'autres, en les construisant, que d'occuper d'une manière solide et permanente, la partie essentielle d'une position reconnue constamment inutile à la défense du pays. Or, ces positions défensives sont, par la difficulté plus grande de les tourner, infiniment mieux placées en deuxième et troisième ligne qu'en première

Il n'en est pas de même des dispositions offensives, qui, faites ou pour mieux dire saisies, pour se porter en avant, ou tout au moins pour le faire craindre à l'ennemi, doivent se trouver sur la première ligne ou en être proches [1].

L'inspection des frontières de l'Alsace fera encore mieux sentir ces vérités. Huningue, bâti à portée de canon du territoire de la Suisse, territoire qui, à l'époque de sa construction, ne se laissait violer par aucune armée, assure la France du point le plus haut où l'on puisse passer le

1. On juge bien qu'une disposition aussi régulière, qui exigerait 36 ou 40 places pour défendre 100 lieues de développement, ne trouvera son application que sur quelques petites parties de frontière presque totalement privées des obstacles naturels; mais comme on trouvera souvent une ou deux et quelquefois 3 lignes d'obstacles, il ne s'agira que d'appliquer cette théorie aux localités, en renforcant les parties faibles par des places ou par des forts, et en déterminant leur espacement à raison de la quantité et de la qualité des obstacles que l'ennemi devra franchir pour pénétrer entre les points de sûreté.

Ainsi, dans les pays de hautes montagnes, par exemple, où, sur une ligne de 70 à 80 lieues d'étendue, l'on ne trouve que 3 ou 4 débouchés principaux et quelques petites issues, on ne devra construire que 3 ou 4 places principales, quelques autres secondaires et quelques forts pour compléter le système défensif de ces contrées, parce que la plupart des autres positions sont naturellement assez fortes pour être facilement gardées par de petits corps de troupes qui s'aideront au besoin de retranchements ou de barricades. Ces places devront cependant être situées de manière à servir d'entrepôt ou de dépôt aux armées qui occuperont successivement les différentes lignes de défense de la frontière; car quelque inaccessibles que paraissent être ces remparts naturels, il ne faut pas s'y croire en sureté,

Rhin ; soit pour le faire passer à ses armées, soit pour interdire le passage à ses ennemis.

Le Neuf-Brisach, construit en face du vieux, place formidable alors, aussi bien que le Fribourg, situé à 4 lieues en arrière, fut placé vis-à-vis de ce débouché, l'unique où l'ennemi pût déposer en sûreté, près de la France, ses approvisionnements pour une attaque sérieuse.

Strasbourg, place de dépôt et du premier ordre, joint à ses qualités défensives des propriétés offensives qui la rendent équivalante à une armée prête à envahir la Souabe.

au point de négliger d'avoir deux lignes de forteresses; elles seront d'ailleurs si rares qu'il serait imprudent d'en faire l'économie, et l'épargne qui aurait lieu, tant par ce petit nombre de forteresses que par la médiocre étendue qu'on peut leur donner dans les pays forts, tournera au profit des pays ouverts ou de plaines.

Dans ces derniers pays, les 3 lignes de forteresses deviennent indispensables, et l'on doit même encore ajouter quelques redoutes, fortins ou postes militaires capables de servir de points d'appui aux troupes légères et de résister pendant quelques jours aux partis de l'ennemi.

On doit aussi multiplier les pièces fortes dans les parties de la frontière qui forment une grande saillie sur les terres étrangères, et diminuer le nombre des places dans les parties sensiblement rentrées, parce que celles-ci sont moins exposées à l'attaque et peuvent être défendues et protégées par les diversions qu'on opérerait en partant des parties saillantes.

Dans le cas des frontières qui s'enclavent fort avant dans le pays étranger, on doit éloigner assez les places l'une de l'autre pour que l'ennemi ne puisse en attaquer deux à la fois. Enfin, la gorge de ces espèces de presqu'îles doit être occupée par des places qui conserveront la communication avec l'intérieur du pays.

Le Fort-Louis, placé au milieu du Rhin, se lie facilement à l'une et à l'autre rive, et offre dans son île spacieuse un emplacement également sûr et commode pour les dépôts; rend maître de la navigation du Rhin et réduit par là à l'absurde le siége de Strasbourg, qui ne pourrait avoir lieu qu'en amenant par le Rhin, de Manheim, Francfort et de Mayence, la quantité immense d'artillerie qu'exige une pareille entreprise.

Landau, par sa situation entre le fleuve et la montagne, barre cette entrée unique de la plaine de l'Alsace, et donne une place d'armes également forte et spacieuse, soit pour agir offensivement dans les États de l'empire situés sur la rive gauche du Rhin, soit pour agir offensivement en prenant à revers un ennemi qui s'avancerait entre les frontières des Évêchés et de la Lorraine.

Ainsi la stratégique peut et doit non-seulement déterminer les principaux points à fortifier et l'espèce de place que l'on y doit bâtir, mais elle préside encore à leur distance l'une de l'autre d'après les règles suivantes.

1° Quel que soit l'objet des deux places voisines, elles ne doivent pas être éloignées l'une de l'autre au point que l'armée défensive, qui opère sous leur commun appui, ne puisse, de sa position,

sous l'une ou sous l'autre, ou de toute autre position déterminée par leur influence respective, se porter à la position nouvelle que nécessiterait le siége de l'une d'elles avant que l'armée ennemie d'observation n'y puisse arriver, ou ne puisse troubler et attaquer cette armée défensive dans sa marche. Ce qui dépend encore des obstacles et des facilités des marches respectives des deux armées.

2° Il faut que celle des deux places qui ne sera point assiégée ne soit point éloignée de l'autre, de manière à ne pouvoir envoyer des partis sur la ligne de communication des magasins et transports de l'armée qui assiégera cette dernière; ce qui dépend encore ici de la position de ces magasins et de leur distance à la place non attaquée. Cela dépendra encore beaucoup de la nature du pays qui les sépare.

3° Cette distance doit encore être relative à la grandeur et aux divers moyens des deux places; puisqu'il est évident qu'une garnison de grande place, forte surtout en cavalerie, peut entreprendre plus et plus loin sur les communications de l'ennemi que la garnison d'une petite place hors d'état de contenir assez de troupes et d'alimenter, par ses faibles magasins, assez de cavalerie

pour pouvoir se permettre des courses un peu éloignées.

Il serait très-avantageux pour les contrées facilement accessibles que les places ne fussent éloignées l'une de l'autre qu'à raison de l'espace environnant où leurs garnisons respectives pourraient agir avec la certitude du succès contre les communications de l'ennemi ; il ne s'agirait que de fixer la longueur des rayons soumis à l'activité des forces mobiles dans la proportion de la vitesse des troupes qu'on destinerait à les parcourir, soit qu'on employât de l'infanterie ou de cavalerie. Mais si, pour la première de ces deux armes surtout, dont les courses ne peuvent être très-longues, on considère la multitude de places qu'il faudrait construire, on se convaincra que le mieux désirable ne peut être que le mieux possible, et qu'il faut laisser aux armées la défense de la campagne entre les forteresses, et aux garnisons la garde et la défense des places, sauf les cas d'exception qui, dans l'art de la guerre et des fortifications, sont si nombreux qu'on ne peut que rarement faire usage des mesures indiquées comme étant positives, et que l'on est fort heureux, quand on a atteint les mesures relatives aux circonstances et aux localités.

Faut-il toujours trois rangs de places? non, sûrement; les localités combinées avec la stratégique en décident encore. Voici quelques principes généraux. Le premier est, sans contredit, que le nombre, la force et la disposition de vos places, sur une frontière donnée, soient telles que l'ennemi qui vous y attaque inopinément ne puisse avoir le temps d'y faire une trouée qui mette toute cette frontière en danger d'être conquise avant que vous n'ayez rassemblé de toutes parts vos forces et que vous ne les ayez fait marcher au secours de la partie attaquée. Un second principe, non moins essentiel, est que la frontière soit tellement fortifiée, tant par l'art que par la nature, qu'il soit moralement impossible à votre ennemi, même par le résultat de la campagne la plus heureuse, de s'y établir assez solidement pour y prendre des quartiers d'hiver et pouvoir pousser la campagne suivante jusque dans le cœur de votre Etat. Car tant qu'il n'obtient pas ce résultat de sa campagne, vous pouvez toujours ou lui enlever les avantages dans la suivante ou y reparer vos forces et vos fautes de manière à mettre un terme à ses progrès.

La quantité des forteresses nécessaires à un État doit être relative 1° au développement de ses

frontières, ainsi qu'à leur constitution forte ou faible ; 2° à sa puissance, qui se compose autant de sa population que de la fertilité de son sol et de l'industrie commerciale de ses habitants ; 3° aux avantages que les puissances voisines pourraient prendre sur ce même État.

Si les frontières de l'Etat sont fortes par leurs situation et leur nature, peu de places de guerre suffiront. Mais si les frontières sont situées en pays de plaines fertiles, ouvertes de toutes parts, et par conséquent d'un facile accès aux armées, il faudra beaucoup de forteresses pour les défendre.

Si quelque puissance voisine d'un Etat qu'on suppose être à fortifier, trouve un grand intérêt à s'emparer d'une frontière, on ne doit ménager aucun moyen de s'y opposer par un grand nombre de forteresses de divers ordres.

Quand un Etat est très-peuplé, pouvant mettre sur pied de nombreuses armées et les renforcer autant qu'il sera nécessaire, il peut n'avoir de forteresses que celles strictement nécessaires pour servir de dépôt à ses armées ; mais s'il en est autrement, il faut que par un plus grand nombre de places de guerre et par le service militaire des citoyens il supplée au défaut du nombre des troupes réglées.

Si la frontière d'un Etat voisin est très-forte, soit par sa nature, soit par l'art, ou si cet Etat peut déployer de grandes forces pour attaquer, il faut que la frontière qui lui est opposée ait par le nombre des places et des troupes une force équivalente afin de rétablir l'équilibre.

S'il est reconnu que la rareté des forteresses laisse les armées sans appui et expose l'Etat au danger d'être envahi, il est également évident que le trop grand nombre de forteresses a des inconvénients très-graves.

1° Elles absorbent les revenus de l'Etat, soit par la dépense de leur construction, soit par leur entretien et leur armement.

2° Il est presque impossible de les approvisionner de tout ce qui est nécessaire, et si quelques objets indispensables y manquent, elles tombent facilement au pouvoir de l'ennemi, qui les munit de tout ce qu'il faut pour les bien défendre et qui par leurs secours se maintient dans le pays.

3° Elles affaiblissent l'armée par les nombreuses garnisons qu'elles exigent, ce qui nécessite un surcroît de troupes pour tenir la campagne et n'être pas réduit à une fâcheuse défensive; ce surcroît de troupes entraîne des frais si considérables que les Etats les plus riches ne peuvent

longtemps y subvenir. On pourrait peut-être encore ajouter la difficulté de trouver assez d'officiers instruits comme ils doivent l'être pour bien défendre les forteresses, car cette partie de la guerre, la plus délicate et la moins cultivée, exige un talent particulier et autant de bonnes qualités d'ailleurs qu'il en faut pour commander une armée. Tel est au moins l'avis de M. de Vauban, qu'on ne saurait récuser sous aucun rapport. Ce général ne craint pas de dire que de son temps il ne connaissait pas dix personnes capables d'être de bons gouverneurs.

En évitant également les inconvénients du défaut et de l'excès des places, on trouvera leur quantité nécessaire, et celle-ci sera peut-être encore traduite longtemps à la quantité possible, c'est-à-dire à celle qui sera déterminée par les sommes qu'on peut employer à leur construction. A la vérité avec le temps on pourra parvenir à compléter le système défensif; mais toujours faudra-t-il subordonner l'étendue des places au nombre de troupes qu'on pourra soustraire des armées, sans trop les affaiblir pour former leurs garnisons, sans quoi l'on ne pourrait tenir la campagne et s'opposer aux forces de l'ennemi avec l'espérance du succès.

Ces deux données, l'argent et les troupes, étant fixées d'après les revenus de l'Etat et d'après sa population, il ne s'agit que d'en faire une répartition judicieuse qui procure à chaque partie de la frontière la force qui lui convient pour la mettre en équilibre d'une manière positive et d'une manière relative, tant avec celles qui lui sont contiguës qu'avec celle qui lui est opposée.

Un court examen des frontières de la France achèvera de faire voir sous leur véritable point de vue les principes que l'on vient de poser, et dont il est impossible de donner des détails aussi nombreux et aussi variés que l'exigeraient les différents aspects politiques et physiques des frontières des divers Etats.

La première ligne des places de l'Alsace est couverte par le Rhin. En arrière de Strasbourg court une chaîne de montagnes qui sépare l'Alsace de la Lorraine et de la Franche-Comté, la distance de ces montagnes est depuis 3 jusqu'à 5 lieues. Une armée campée près de Strasbourg empêcherait facilement l'ennemi de passer la rivière, ou du moins de faire aucun siége; et, à moins d'enlever toutes les places de cette frontière, il serait impossible à l'ennemi de séparer son armée et de prendre ses quartiers d'hiver en Al-

sace tant que les Français auraient des forces campées ou cantonnées dans les montagnes. L'art et la nature ont conspiré à rendre très-forte cette partie de frontières qui s'étend de Landau jusqu'à Sedan. Le pays en avant est très-difficile par la quantité de montagnes et de défilés que l'on a pu soutenir facilement par quelques bonnes places.

Cette ligne forme un rentrant du côté de l'Allemagne, de sorte que l'ennemi qui avancerait de ce côté devrait avoir ses dépôts sur le Rhin et la Moselle, à Coblentz et à Trèves, sur la Meuse à Maëstricht et à Namur.

Dans les deux cas une armée campée sous Landau, Bitche et Sarre-Louis peut l'arrêter sur le Rhin en agissant sur sa ligne d'opération de ce côté, pendant qu'une autre armée campée sous Sedan empêcherait toute armée ennemie de pénétrer en France par la Lorraine et la Champagne.

La troisième partie de cette frontière court depuis Sedan jusqu'à Givet et Charlemont.

Comme du Rhin jusqu'à la Meuse le pays est coupé, bordé en grande partie de contrées où une armée ennemie ne peut s'avancer et subsister qu'à l'aide de rivières navigables qui en sortent, l'on

a établi les places sur ces rivières dont elles coupent la navigation.

Sans avoir la prétention de tout couvrir en bordant exactement ce pays difficile à occuper par la pénurie de ses subsistances et par les difficultés d'y en transporter, Vauban se contenta d'en tenir les têtes sur la plaine et sur les rivières par les places de Landau, Mont-Royal sur la Moselle, de Sarre-Louis sur la Sarre, et de Sédan et Charlemont sur la Meuse, pour couper à l'ennemi, s'il tentait de pénétrer entre ces places, sa ligne d'opération et ses subsistances qu'il ne pouvait tirer que du Rhin, et pour se porter au besoin sur l'offensive contre lui par ses flancs et ses derrières. Comme le dit Lloyd, la force de cette ligne, sa direction, enfin les obstacles mêmes qui naissent de la nature du pays en avant feront aisément sentir qu'il n'y a point d'armée qui puisse en approcher, encore moins l'attaquer avec quelque apparence de succès. Un corps posté à Luxembourg peut se porter un peu en avant, ravager à la hâte quelques villages, mais je ne crois pas qu'on puisse jamais exécuter de ce côté aucune entreprise solide. Les campagnes de 1792-93-94, etc., en un mot les efforts de la guerre dernière sont des témoignages glorieux pour la sagacité de cet aperçu.

Eugène était maître des principales places de la Flandre, comme Lille, Douay, Béthune, le fort la Scarpe, Saint-Venant, Aire, etc., etc., qu'eût-il dit du projet du général Mack en 1794, qui, simplement maître de Condé, Valenciennes, Quesnoy, fit avancer l'armée impériale sur Landrecies! Outre Maubeuge, couverte par ses fortifications et un camp retranché, une armée française menaçait le passage de la Sambre; sous Lille était un camp retranché susceptible à tout moment d'être renforcé par la garnison considérable de cette immense place; sous Dunkerque était une armée; toutes les places de la Flandre étaient pleines de troupes, une armée devant Cambray présentait le front aux Impériaux, et malgré cela l'on parlait d'aller à Paris. Le général Pichegru, qui avait deviné s'il n'avait pas lu Lloyd, força bientôt l'armée impériale à la retraite.

Les frontières des Alpes et des Pyrénées, fortes par elles-mêmes, n'ont reçu de fortification que ce qu'il fallait pour fermer les débouchés des cols et des pas venant de l'ennemi; pour assurer leurs communications intérieures à l'abri de ces chaînes de montagnes, et encore pour mettre en sûreté les dépôts des armées chargées de cette défensive.

Les frontières maritimes n'obtinrent de Vau-

d'en faire la conquête entière dans une campagne.

Dans la guerre de succession, au commencement du siècle dernier, dix campagnes heureuses ne purent porter les alliés plus loin que Landrecies à dix lieues des frontières autrichiennes, et il ne fallut que la légère défaite de Denain pour obliger le prince Eugène à en lever le siége et abandonner en fort peu de temps ses conquêtes. Je sais que bien des gens en rejettent la faute sur la défection de l'Angleterre; ils prétendent que, si Landrecies eût été pris, les alliés auraient pu s'avancer jusqu'à la Marne et jeter des partis le long de la Seine; mais y a-t-il un officier qui puisse supposer qu'une armée se hasardera d'avancer sur une ligne depuis Mons et Tournay, se séparera et prendra ses quartiers d'hiver sur la Marne et sur la Seine, pendant que les armées françaises occuperont la Picardie, la Normandie, la Champagne? Non, cela est impossible, la grande faute des généraux français fut de s'opposer de front à l'ennemi, tandis qu'il fallait opérer sur ses flancs et lui couper sa ligne d'opération.

Qu'eût dit Lloyd s'il eût été témoin des campagnes de 1793, 1794? S'il trouvait impossible l'idée de s'avancer sur la Seine quand le prince

des généraux considérer les places fortes comme peu utiles et même comme nuisibles à l'intérêt conservateurs des Etats. Ce paradoxe a été répété depuis la plus haute antiquité jusqu'à nous par des hommes qui, avec de l'esprit, même des connaissances, ont voulu s'écarter des règles ordinaires. L'époque de la décadence des arts est celle du raffinement; alors surtout l'on prend les rêves pour des découvertes, l'inquiétude de l'esprit pour de l'émulation et les jouissances de la vanité pour la récompense de la gloire.

Maxima pars hominum morbo jactatur eodem.

Toute fortification, disent ces novateurs, suppose des vues défensives et n'est par conséquent que le pis-aller de la troupe qui s'y enferme. Toutes les fois qu'un général se sentira la supériorité du génie et qu'il verra sa troupe plus nombreuse, plus aguerrie, plus manœuvrière, ils se gardera bien de mettre des retranchements devant lui; il prendra l'offensive, il manœuvrera, il attaquera. Car la défensive consiste non à aller toujours cherchant des positions et recevant des combats, mais à faire sans cesse craindre l'offensive à l'ennemi; pour cela il faut manœuvrer, le forcer de faire de même et épier le moment où quelques fautes le

divisant, le retardant et le mettant en prise, permettent d'agir offensivement.

Avant d'appeler l'expérience au secours des places de guerre, je me permettrai de demander à ces partisans exclusifs de la tactique qu'est-ce qu'une place de guerre?

Une place de guerre n'est autre chose qu'une position d'armée qu'on a retranchée d'une manière solide et permanente, parce qu'on l'a reconnue constamment utile à occuper, soit pour défendre l'intérieur du pays, soit pour porter la guerre en dehors, et que par ces raisons on a rendue d'une force supérieure à celle qu'il est possible de lui donner avec des retranchements en terre et des corps de troupes.

Une position ainsi convertie en place de guerre ne craint plus d'être tournée ni enveloppée et se défend des mois entiers avec des forces deux fois moindres que celles qui l'attaquent. Elle fait consumer un temps précieux à l'ennemi, mine ses forces, ruine son armée par les pertes successives et les fatigues continuelles avec lesquelles il est contraint d'en acheter la possession. Prenons un exemple :

Le fort des têtes de Briançon n'est autre chose qu'un camp du maréchal de Berwick jugé par lui

nécessaire à la conservation de sa ligne de défense; le fort de Randouillet n'est qu'un poste, qu'il occupa sur une hauteur qui commande les têtes.

Mont Dauphin était de même un poste capital et essentiel, sur la sûreté duquel roulait tout le succès de la défense de cette frontière confiée pendant quatre campagnes consécutives à ce même général; il fut obligé d'y tenir toujours une portion considérable de ses forces. Quelques bataillons dans cette place font maintenant le même effet que le corps d'armée qui y campait alors, et un effet plus assuré [1].

Il ne suffit pas d'avoir prouvé d'une manière générale la nécessité des forteresses, il faut encore préciser leur utilité dans les circonstances différentes que peut présenter une guerre défensive. Les principaux avantages qu'offrent les forteresses dans la guerre défensive, sont :

1° De fermer à l'ennemi l'entrée du pays et d'empêcher les dévastations, la levée des contributions, et par conséquent de protéger la contrée environnante.

2° D'offrir un premier moyen de résistance

1. Les mémoires du maréchal de Berwick offrent des détails curieux sur les places et les postes du Dauphiné pendant les campagnes de 1709, 1710, 1711 et 1712.

contre l'invasion subite et imprévue d'un ennemi; de donner le temps de rassembler des forces, pour s'opposer au succès de ses armes.

3° De ralentir les progrès de l'ennemi, en détachant des partis sur sa ligne d'opération, pour couper ses convois, et de l'obliger à former le siége de quelques places, afin d'avoir un point d'appui et une retraite sûre, en cas de non-succès.

4° De couvrir l'armée et de lui offrir des points de sécurité, sous la protection desquels elle puisse engager ou éluder une action, et de la rendre maîtresse de choisir la ligne d'opération qui convient le mieux aux circonstances.

5° D'offrir des points de refuge à cette armée au cas d'une défaite; de lui donner le temps de se réparer de ses pertes, afin d'entreprendre de nouvelles tentatives. C'est ainsi que les forteresses de Piémont, en 1663, conservèrent les États du duc de Savoie, après la perte de la bataille de Marsaille.

6° De faire perdre beaucoup de temps et de monde à l'armée, qui en entreprend le siége, et de l'obliger à s'affaiblir encore par les garnisons, qu'il se trouve forcé d'y laisser, après en avoir fait la conquête.

7° De se ménager l'avantage d'attaquer à forces égales l'ennemi, qui ne peut entreprendre un siége qu'en partageant ses forces, pour former une armée d'observation ; et de l'obliger ainsi à abandonner son entreprise, comme il arriva au prince Eugène en 1712, qui, après l'affaire de Denain, leva promptement le siége de Landrecy.

8° Une bonne place bien défendue peut seule détruire une armée, comme l'a prouvé la résistance de Metz contre Charles-Quint, qui durant trois mois y perdit la meilleur partie des cent mille hommes qu'il y avait amenés.

9° Le temps que l'ennemi est forcé d'employer au siége de plusieurs places, dont il est obligé de se rendre maître, pour appuyer ses derrières, donne la facilité de rassembler de nouvelles troupes, de recevoir les secours de ses alliés ; ou enfin de former une diversion, qui oblige l'ennemi à changer son plan de campagne.

10° Enfin les forteresses s'opposent à l'entière destruction d'une armée battue, comme il arriverait infailliblement dans un pays qui en serait dépourvu ; la retraite deviendrait périlleuse devant une armée qui poursuivrait et qui ne trouverait plus rien qui pût s'opposer à ses desseins.

Il est certain que, tant que l'armée se défend

avec succès, les forteresses ne jouent qu'un rôle secondaire; mais si l'armée éprouve des revers, les places deviennent alors les plus fermes appuis de l'État.

Les principaux avantages des forteresses dans le cas d'une guerre offensive, sont :

1° De donner les moyens de tirer une partie des troupes employées à leur garde, pour les porter sur les points par lesquels on se propose d'attaquer, soit pour faire des conquêtes, soit pour parer à celles que l'ennemi voudrait tenter;

2° De mettre en sûreté les dépôts et les entrepôts d'où l'on doit tirer tout ce qui est nécessaire pour pénétrer dans le pays ennemi et pour s'y maintenir;

3° De donner la faculté d'envoyer des partis qui, s'avançant hardiment chez l'ennemi, ouvrent la campagne les premiers, lèvent des contributions, et retrouvent la protection des garnisons dans le cas où ils seraient repoussés par des forces supérieures;

4° De protéger les convois; de réparer promptement l'enlèvement qui en serait fait, et par conséquent faciliter les opérations d'une armée offensive, ainsi que de lui ménager une retraite assurée au cas d'une défaite; car on peut, par

la perte d'une seule bataille, être réduit de l'offensive la plus brillante à la défensive la plus critique.

5° Dans le cas de non-succès, dans la première campagne, les places fortes offrent les quartiers d'hiver les plus avantageux; on peut y renouveler ses forces et ses magasins; enfin s'y préparer à ouvrir la campagne suivante, avec l'espoir d'une meilleure réussite.

6° Elles couvrent à dos l'armée qui pénètre chez l'ennemi, et remplacent avantageusement les détachements qu'il faudrait prendre sur cette armée pour garder sa ligne de communication, ce qui ralentirait la vigueur de ses opérations.

7° Si l'on parvient à s'emparer de quelques forteresses de l'ennemi, la garnison des places qu'on a sur sa frontière peut fournir une partie des troupes nécessaires à la garde de ces conquêtes; on y forme de nouveaux entrepôts, afin d'agir toujours sur la plus courte ligne d'opération. Si l'on observe que la prise des places fortes assure, en général, la conquête d'une province, il devient suffisamment démontré combien il importe de les fortifier, approvisionner, et défendre de telle manière qu'elles ne puissent tomber au pouvoir de l'ennemi; puisque dans

cette circonstance, elles lui procurent un aussi grand avantage.

Toute armée qui pénètre dans un pays, ne doit s'y avancer qu'à mesure qu'elle s'empare des places dont les garnisons pourraient inquiéter ses convois, ou qui pourraient servir de point d'appui à l'armée ennemie pour lui couper la retraite.

Si le pays qu'on occupe n'offre pas de places fortes, il est essentiel d'en former à la hâte.

Qu'il nous soit permis de rappeler à cette occasion l'exemple d'une des premières campagnes des Français dans la guerre de sept ans. Les troupes Françaises firent deux cents lieues ; elles traversèrent l'Allemagne comme un torrent ; les armées ennemies fuyant devant elles, poussées, acculées jusqu'aux bords de l'Elbe, étaient réduites à mettre bas les armes. Eh bien ! l'ivresse de ces triomphes fit mépriser les précautions de sûreté ; une impulsion si forte semblait justifier ceux qui refusèrent d'en prévoir la réaction. Aucun établissement pour assurer les dépôts et magasins, aucune place préparée à recueillir des débris en cas d'événements. Le retour fut terrible et désastreux.

Cependant, comme les Français tenaient des

toujours la possibilité des retours et se mettre en état de les prévenir ou d'en arrêter les suites. Il faut bien se garder de ne pas faire entrer pour beaucoup dans le résultat des guerres de la révolution les travaux de la fortification passagère; qu'on se rappelle ceux exécutés à Germersheim, au pont de Kehl, au pont du Var, etc., etc. La défense de Kehl suspendit les progrès de l'archiduc Charles, lui fit perdre tout le reste de la campagne et permit à Moreau d'exécuter sa retraite. La tête du pont du Var[1] arrêta les progrès de l'armée Autrichienne avant l'irruption de Bonaparte, et donna à son génie le temps de ramener la victoire sous les drapeaux français avant que l'ennemi eût pu entamer les frontières.

Ces vérités bien senties détruiront ce préjugé, que l'on a vu s'établir, que les ingénieurs n'étaient utiles que pour les siéges. Tandis que ce sera précisément la moindre de leurs fonctions, lorsqu'ils seront constituées pour les opérations auxquelles ils doivent être naturellement appelés.

Passons aux avantages des forteresses contre les ennemis intérieurs; voici les principaux :

1° De présenter le moyen le plus sûr, le plus économique et le plus humain, de maintenir l'au-

1. Ce fut dû à la belle défense du général Suchet

torité du souverain, et de réprimer les effets d'une liberté licencieuse.

2° De contenir les peuples dans l'obéissance aux lois et de s'opposer aux changements qu'ils pourraient tenter de faire au gouvernement; par conséquent de les préserver de tous les malheurs qui naissent ordinairement de ces changements entrepris généralement trop légèrement.

3° De mettre le gouvernement à portée d'arrêter facilement les effets des querelles d'opinion civile ou religieuse. Une citadelle, un simple château-fort suffit.

Quoiqu'il nous paraisse inutile d'insister plus longtemps sur les avantages des forteresses, nous ferons encore quelques remarques générales qui n'ont pu trouver leur place dans ce qui a précédé.

Un petit État a besoin de forteresses pour conserver son indépendance; car si quelque puissance voisine veut l'asservir, elles lui donnent le temps de recevoir des secours de quelque autre puissance, qui les lui accordera d'autant plus volontiers qu'ils deviendront moins considérables, ou qu'ils pourront être d'un meilleur effet, sous l'appui de ses places fortes.

Un grand État a besoin de forteresses, pour

économiser la dépense d'une grande armée et pour être mieux en état de résister à la coalition que pourraient former ses voisins.

Si l'on objecte l'énorme dépense à laquelle entraîne la construction des fortifications et celle qui devient ensuite nécessaire pour leur entretien, l'on répondra que cette dépense se trouvera compensée, et que même on y trouvera un grand bénéfice, par les avantages que les places procureront pour la sûreté du territoire qu'elles protégeront; et par le nombre d'hommes qu'elles rendront à l'agriculture, aux arts, au commerce, enfin à l'industrie et à la population nationale, sources inépuisables de force et de prospérité. Il est évident que, pour se passer de places fortes, il faudrait entretenir continuellement une nombreuse armée, dont la dépense pèserait toujours sur le peuple. Cette grande armée aurait de plus l'inconvénient incalculable qu'en divisant ses forces sur un grand développement de frontières on pourrait se trouver faible partout.

Cette puissante armée, que nous avons supposée remplacer les places fortes, aurait encore d'autres inconvénients; tels que ceux de pouvoir être réduite de beaucoup par les maladies contagieuses, enfin de pouvoir être battue plusieurs fois de

suite au point d'être dispersée. La Pologne, qui mettait toute sa force dans son armée, a éprouvé l'inconconvénient de ce système presque exclusif.

Une nation toute militaire, habitant même un pays naturellement fort, ne serait pas à l'abri d'une révolution et verrait bientôt sa constitution politique changer de face au gré de ses plus puissants voisins, si elle n'avait des forteresses qui prêtassent un abri tutélaire à ses armées, lorsqu'elles n'auraient pu défendre avec succès l'entrée du pays.

Ceux qui, relativement aux avantages des forteresses, préféreraient leur emploi multiplié et voudraient amoindrir. considérablement l'armée, commettraient une erreur aussi dangereuse à l'État.

Vauban a défini les places de guerre, de grandes machines immobiles diversement fabriquées, qui n'ont d'action ni de vertu que celle qui leur est donnée par les hommes employés à leur défense. On pourrait ajouter que cette action ne peut s'étendre qu'à une courte distance, qui n'arrêterait pas suffisamment l'ennemi, si une armée ne s'y joignait et ne s'opposait à son invasion.

leurs places ? Dira-t-on, que les troupes n'ayant de salut que dans la victoire, se fussent mieux battues ?

Une bataille livre le Brabant aux Français ; une bataille le rend aux Autrichiens ; trois batailles, deux campagnes ne rendent pas les armées impériales maîtresses de dix lieues de territoire français. Tous ces exemples ne sont que défensifs, mais les mêmes campagnes de 1793, 1794, etc., nous offrent des exemples frappants de l'utilité des places fortes pour l'offensive.

L'aile gauche de l'armée Française harcelait, attaquait continuellement la West Flandre sans craindre d'être inquiétée des Impériaux qui, maîtres de Valenciennes, Condé, Quesnoy, en avaient replié le centre jusque sous Landrecy. Les autres places fortes de la Flandre assuraient les flancs et couvraient toutes les diversions que les ailes droite et gauche pouvaient entreprendre. On m'objectera peut-être la rapidité avec laquelle Valenciennes et les autres places que les Autrichiens avaient en France ont été reprises ; et on en pourra conclure combien peu les places influent sur le succès des campagnes. Il est vrai que les places ont été rendues après un blocus assez court, mais la faute de leur non-résistance

n'est pas autant due au défaut des places fortes qu'à celui du plan de campagne des troupes alliées qui s'étaient avancées trop inconsidérément pour n'être point contraintes à une retraite précipitée qui devait trop les éloigner du cercle d'activité de ces places.

Tout en reconnaissant la nécessité et l'utilité des places fortes pour la guerre tant offensive que défensive, je n'en conviens pas moins que, dans ces mêmes campagnes que j'ai citées pour appuyer mes assertions, il ne se soit développé un nouveau principe d'après lequel on doit envisager les places fortes. Si l'on observe combien peu on a fait de siéges en raison du nombre des places qui sont tombées entre les mains des Français, on en devra conclure que les plus fortes places n'ont qu'une importance relative à une certaine étendue de pays et même à des hypothèses déterminées. Lorsqu'on se trouve hors du cercle des combinaisons de défense pour lesquelles ces mêmes places ont été fortifiées, elles cessent d'être l'objet particulier des combinaisons d'attaque et perdent de leur importance à raison de l'étendue et de l'éloignement du théâtre de la guerre. Mais cette observation ne sert qu'à mieux faire sentir la nécessité de faire présider la stra-

tégique au choix et à l'emplacement des places de guerre.

On a crié contre la multiplicité des places de la Flandre. Théâtre de la guerre pendant deux cents ans, entre trois puissances qui se l'étaient disputée pendant ce long espace de temps, la Flandre devait, par le cours naturel des événements, avoir des places fortes partout où chacune de ces trois puissances avait senti le besoin ou d'opposer un obstacle durable à ses ennemis ou d'assurer un emplacement avantageux à ses propres moyens d'attaque.

L'expérience fixa sur la fin du XVII[e] siècle le nombre et les positions des différentes places de guerre de la Flandre; la preuve en est que MM. de Vauban[1] et de Coëhorn n'y construisirent aucune place nouvelle.

Après avoir suffisamment démontré l'utilité, même la nécessité des places de guerre et avoir fait sentir que la stratégique seule doit en déterminer l'emplacement particulier et l'ensemble, passons à la fortification de campagne ou passagère. Cette science peut se partager en deux parties très-distinctes; la première renferme ces grands retranchements connus sous le nom de

1. Il n'y eut que Maubeuge.

lignes, camps retranchés, positions fortifiées, en un mot toutes les fortifications employées à mettre une armée médiocre en état de se maintenir dans une position importante devant un ennemi supérieur. La seconde classe renferme les ouvrages moins considérables dont l'importance ne s'étend qu'à gêner ou arrêter des mouvements de portions d'armées ou détachements.

C'est surtout dans la détermination des fortifications de campagne qu'il est utile, indispensable que la tactique dirige les idées; faute de cela, on voit l'effet d'une pièce de fortification, le rapport qu'elle aura avec la pièce voisine, mais si l'on ne s'occupe point de l'ensemble général de la position et de l'objet qu'elle doit remplir, on remue la terre, on multiplie les ouvrages à pure perte. Qu'on parcoure l'histoire militaire depuis un siècle et l'on verra toutes les erreurs dans lesquelles on est tombé faute de n'avoir pas assez combiné la tactique et la fortification. Les novateurs qui n'ont pas respecté les places n'ont pas plus ménagé la fortification passagère; ils en ont attaqué toutes les bases, contesté toutes les ressources. Les lignes surtout ont attiré principalement leur animadversion; il les ont dépeintes comme impossibles à défendre; cependant

l'analogie de la défense des lignes avec celle d'une frontière montagneuse aurait dû leur en faire voir la possibilité.

Les lignes garnies de canons, défendues en avant par tout ce qui peut en rendre l'accès difficile, sont vraiment la chaîne des montagnes. Les endroits où l'abord des lignes est le moins hérissé de difficultés, où le terrain en avant est le plus commode pour la marche et le déploiement des troupes, où celui en arrière leur offre à leur débouché un champ de bataille avantageux, ces endroits seront regardés comme le sont dans les montagnes les cols et les débouchés de vallées, et conséquemment surveillés spécialement. Des corps plus ou moins nombreux seront donc placés en face de ces endroits dangereux ; des communications faciles seront établies entre ces corps, pour pouvoir au besoin les renforcer les uns par les autres, et se trouver toujours en face à hauteur de l'ennemi. Je sais fort bien que la défense des lignes a toujours passé pour mauvaise ; mais M. de Feuquières, qui prétendait aimer mieux avoir à les défendre par le dehors que par le dedans, n'avait pas meilleure idée de la défense d'une chaîne de montagne ; il prétendait même que la défensive de celles de Provence et du Dau-

phiné n'était pas praticable, et qu'il fallait nécessairement se porter à l'offensive sur cette frontière, pour la maintenir intacte. Cependant le maréchal de Berwick a depuis montré, dans quatre campagnes consécutives, la facilité ou même l'infaillibilité de cette défensive en en organisant le dispositif ou plan d'une manière convenable à la nature du pays. Cette assertion de Feuquières a depuis été délayée par tous les amateurs de nouveautés et les lignes ont été absolument proscrites.

Je connais parfaitement le défaut des lignes; l'histoire, en m'apprenant la facilité avec laquelle elles ont toujours été forcées, m'a aussi montré qu'elles n'ont jamais été bien défendues, et que les principes d'une bonne tactique n'avaient point présidé à la conduite de ceux qui y commandaient.

Je sais fort bien que les lignes réduisent l'armée qui les défend à la défensive et que c'est déjà une espèce d'échec de recevoir la loi des dispositions de l'ennemi; d'être sans cesse occupé à parer, sans être en mesure de porter coup à son tour; que l'ennemi ne court jamais de risques décisifs en attaquant une armée ainsi postée: battu, il se retire; et il est rare qu'avec des

précautions bien prises il craigne la poursuite ; vainqueur, il peut rendre la journée complète parce qu'il déborde et prend de revers les postes occupés.

Mais les lignes tant dépréciées ne valent-elles pas au moins les cordons dont on entend tant parler depuis quelque temps? Le motif des lignes était de couvrir son pays contre les ravages de l'ennemi, de se ménager à leur abri une communication sûre et tranquille ; et à cet égard on ne peut nier qu'elles n'eussent de grands avantages sur ce qui les a remplacées. Car les cordons ne sont qu'une ligne de démarcation tracée idéalement entre l'ennemi et le pays qu'on veut couvrir, le long de laquelle on établit des postes et sur laquelle on fait des navettes de patrouilles et de détachements pour empêcher ceux de l'ennemi de pénétrer sans qu'on en soit aussitôt averti. Quand on peut déterminer précisément cette ligne au moyen de ruisseaux, de grands chemins et autres limites visibles, on croit avoir beaucoup fait. Mais cette détermination ne change évidemment rien à la nature du terrain et le laisse aussi libre qu'auparavant. Aussi ces cordons, percés sans cesse par les moindres partis de l'ennemi, ne remplissent pas un seul de leurs objets,

n'assurent ni la tranquillité du pays ni celle des communications, et mettent l'armée qui s'est éparpillée pour les former dans un continuel péril, d'être battue en détail, séparée, dispersée, dissipée par un ennemi bien inférieur qui se sera tenu ensemble pour l'attaquer. Les lignes au contraire, substituées à ces cordons, mettent de bons retranchements à la place de cette ligne idéale; en un mot des obstacles réels à la place des limites.

L'abus de la fortification de campagne, surtout si l'on est supérieur en nombre, en arrêtant la vivacité de l'offensive, serait très-pernicieuse; mais est-on toujours le maître d'agir offensivement? n'est-il pas des points de la frontière de son pays qui, déjà faibles par eux-mêmes et ne pouvant être défendus par un corps faible, offriraient à l'ennemi, sans les ressources de la fortification, des points de diversions avantageux? Alors, n'est-ce pas à l'art et à la science qu'il appartient de suppléer à l'inégalité du nombre? Si lors de l'entrée du duc de Brunswick en France, les positions si fortes en avant de Spire eussent été fortifiées et défendues, jamais la diversion du général Custine n'eût été assez heureuse pour inquiéter les derrières de l'armée du roi de Prusse.

Je sais bien que c'est un principe très-faux à la guerre de vouloir tout couvrir; et qu'il n'est point de pays où une armée soit assez considérable pour suffisamment en garnir la frontière; mais aussi il n'est pas de pays où il ne se trouve plus ou moins en arrière de la frontière une position où, concentrant ses forces, on ne puisse arrêter toute incursion de l'ennemi qui ne pourrait s'avancer sans prêter ses flancs. Quand la nature n'offre pas de pareilles positions il faut y suppléer par l'art.

Tout en disant que l'on peut employer les lignes je suis loin de les prescrire. Écoutons ce que dit M. de Bousmard.

« Quand bien même on voudrait s'opiniâtrer à regarder d'avance comme forcées toutes les lignes de l'espèce de celles qui nous occuppent, on ne pourrait encore leur refuser un genre d'utilité. C'est celui qu'en tira la France dans la longue et malheureuse guerre de la succession d'Espagne. Forcée en Flandre à la défensive depuis la bataille de Ramillies jusqu'à celle de Denain, elle couvrit constamment l'Artois et la Picardie par des lignes qui, préservant ces provinces de tout ravage, rassurèrent les peuples de l'intérieur du royaume contre la crainte d'une invasion. Ces

lignes, ordinairement construites sur les derrières de l'armée, en assuraient les communications et remplissaient pleinement l'objet de couvrir le pays en les faisant garder par quelques bataillons et escadrons les moins en état de tous ceux de l'armée de tenir la campagne. Cependant l'armée se tenait en dehors des lignes le plus longtemps qui lui était possible, consommant tous les fourrages et mangeant au loin le pays. Puis, soit quand elle ne pouvait plus subsister, soit quand l'ennemi la pressait, soit sur la fin de la campagne, elle rentrait dans ses lignes. Dans le dernier cas, elle y achevait tranquillement une fin de campagne et prenait des quartiers d'hiver sous leur abri. Dans les autres, elle faisait consumer un temps précieux à l'ennemi dans les formes qu'il fallait qu'il mît à l'attaque et à la prise de ces lignes, qui, abandonnées si l'on ne se croyait pas en état de risquer une action, étaient remplacées par d'autres, élevées à l'avance en arrière de l'armée qui s'en servait comme des premières pour faire consumer le temps du reste de la campagne à l'ennemi.

« C'est en couvrant ainsi les provinces et les peuples par des lignes et en ne laissant de prise sur elle à l'ennemi que par les siéges qu'il pou-

vait faire, que la France parvint à conjurer pendant sept ans l'orage qui grondait sans cesse sur ses frontières les plus voisines de sa capitale. Les provinces et les peuples exempts de ravages demeuraient en état de fournir aux frais immenses d'une si longue et si cruelle guerre, les armées, évitant le plus qu'il était possible de se commettre avec un ennemi supérieur et victorieux, se conservaient pour quelque occasion évidemment favorable; et l'ennemi, que chaque siége qu'il faisait réduisait à la défensive, fournit enfin à Denain une si belle occasion de le battre qu'elle fut saisie et que l'État fut sauvé. »

Il n'est rien de plus simple et de plus raisonnable que de tâcher de suppléer par les ressources de l'art à ce qui peut manquer d'avantages naturels à une position que l'on est obligé de prendre; on ne peut donc blâmer un général qui se fortifie dans son camp, pourvu que les ouvrages que l'on y emploie n'occupent point trop d'étendue, qu'ils soient bien dirigés et disposés de façon à ne point gêner les mouvements que l'armée peut être obligée d'exécuter. Il y a deux espèces de camps retranchés, qui tous les deux ont une grande influence sur les opérations de la guerre.

M. de Vauban est le premier à qui l'on doit la connaissance du véritable objet et de l'usage bien entendu des camps retranchés sous les places. Raisonnant dans l'hypothèse que la ligue formidable à laquelle la France résistait depuis tant d'années ne tarderait pas à se dissoudre par la fatigue de la plupart des membres qui la composaient, ce grand homme chercha quels étaient les moyens les plus sûrs de traîner la guerre en longueur et d'éviter de s'exposer à quelque échec qui eût pu redonner à cette ligne des espérances qu'elle commençait à perdre. Mais comment, en évitant de combattre, empêcher l'ennemi de faire des siéges? En faisant des camps retranchés sous les places qui en sont menacées. Car avec un pareil camp, qui prodigue tous ses moyens à la défense de la place à laquelle il s'appuie, le siége de celle-ci ne peut plus être fait que par une armée nombreuse, encore protégée par des lignes de contrevallation. Si l'armée qui fait le siége est si forte, celle qui couvrira ou protégera ses opérations se trouvera fort affaiblie; et le siége devenant long et meurtrier par le surcroît des ressources défensives ajoutées par le camp retranché, l'armée défensive ou de secours pourra chercher et saisir l'occasion de battre l'armée d'observa-

tion ou celle de siége, ou couper à toutes deux leurs communications. L'attaque d'une p'ace soutenue d'un camp retranché devient donc une affaire sérieuse et difficile, et met l'ennemi qui l'entreprend dans un état prolongé de faiblesse relativement à l'armée défensive, extrêmement dangereux pour lui et avantageux pour elle.

L'on attaquera d'abord le camp retranché, me dira-t-on; il sera moins difficile sans doute à forcer que la place; puis, quand il sera emporté, on fera facilement le siége de celle-ci plutôt encombrée que renforcée des troupes du camp qui s'y seront jetées; elles ne trouveront pas l'espace nécessaire pour s'y loger, et seront un surcroît de consommation pour les magasins de vivres et de munitions.

C'est à l'art à tellement seconder la nature que le camp retranché ne puisse être susceptible d'être enlevé d'emblée par une attaque brusquée, ce qui est fort facile. Si l'on dirigeait contre lui une attaque régulière, cette attaque pourrait être aussi longue et aussi meurtrière que celle de la place, tant par les sorties que par les moyens défensifs que l'on pourrait y déployer. On observera d'ailleurs que ces retranchements ayant peu d'étendue, se construisant plus à loisir que des

lignes, on les fait d'un profil plus fort. C'est encore ici la tactique qui détermine et règle l'emplacement de ces camps retranchés selon le but de la campagne, et ce que l'on peut avoir de plus ou moins à craindre sur tel ou tel point de la frontière, et selon la quantité et la qualité des troupes destinées à y être employées. Si l'utilité des camps retranchés se bornait à cet objet, ce ne serait que dans un traité de défense des places qu'il faudrait en parler, mais leur force défensive même les rend utiles à l'offensive. Qu'importe au succès d'une campagne qu'on assiége ou qu'on n'assiége pas telle petite place qu'on a laissée derrière soi, coupée de l'armée qui la soutenait, et observée, sinon bloquée, par un nombre d'hommes égal a peu près à la garnison qu'elle renferme. Mais il n'en est pas de même d'une place sous laquelle campe un gros corps de troupes. On a beau l'observer avec un corps de troupes égal ou même supérieur ; à moins de l'investir formellement, on risque de lui voir pousser journellement, sur tous les rayons de la circonférence de sa sphère d'activité, des détachements considérables qui, portant l'alarme et le désordre tantôt sur un point, tantôt sur l'autre des communications de l'armée défensive, parviendront peut-

être à les lui couper et à la faire rétrograder. Dans tous les cas de retraite de cette armée, le camp retranché qu'elle a laissé derrière elle pourra lui faire courir de grands risques et rendre de grands services à l'armée défensive qui la poursuit. D'ailleurs il est facile de concevoir que le blocus d'une semblable place à camp retranché demanderait pour sûr presque autant de troupes que le siége formel de cette place ; surtout si elle était à cheval sur quelques rivières ou assise près quelque confluent. L'on voit, que dans cette circonstance la tactique et la fortification se prêtent mutuellement leurs secours, de manière à ce qu'ils ne font qu'un ; si la tactique détermine, la fortification exécute.

Les plus grands généraux ont pensé, et l'expérience a prouvé, qu'une armée même affaiblie par un combat, qu'une armée vaincue devenait invincible par un camp pris dans une telle position. *Après une bataille perdue,* dit *Frédéric II, roi de Prusse, on se met sous la protection d'une place forte ; comme fit le maréchal de Neuperg, qui, étant battu à Molwitz, prit un camp excellent sous la ville de Neiss. Il est vrai qu'un général qui occupe des camps pareils est inattaquable tant qu'il peut s'y maintenir.* Après la bataille de Laufeld,

le vaincu se retira sous le canon de Mastricht, avec un égal avantage[1]. Nous avons vu, il est vrai, forcer par les Autrichiens le camp de Famars, près Valenciennes; mais il faut convenir que les dispositions de vigilance et de défensive y étaient toutes mauvaises, et qu'à l'inexpérience et à la malhabilité se joignait la circonstance d'un trop grand éloignement du canon de ses remparts. L'on peut opposer à cet événement la contenance imposante que fit pendant deux ans le camp retranché de Maubeuge, qui n'avait pas les mêmes défauts et que l'ennemi n'osa attaquer sérieusement, à cause de sa force redoutable. Depuis la prise de Condé, Valenciennes, du Quesnoy et de Landrecies, Maubeuge seul arrêta les progrès que les ennemis se proposaient de faire par la trouée qu'ils voulaient former entre Philippeville et Valenciennes. Quel exemple plus frappant pouvions-nous choisir, pour appuyer les principes de Vauban et montrer les ressources que la fortification, même passagère, offre pour les grandes combinaisons de la guerre.

Mais les camps retranchés ont encore un autre

1. Si le France eût été en guerre avec la Hollande, lors de la bataille de Jemmapes, après leur défaite, les Impériaux se fussent vraisemblablement retirés sous le canon de Mastricht.

usage. De même qu'on couvre un pays, par une grande place ou par un camp retranché sous une plus petite, on peut aussi chercher à le couvrir par un simple camp retranché, dans une position choisie à ce sujet. Si cette position est telle que l'ennemi ne puisse ni la tourner, ni la laisser de côté, pour pénétrer plus avant dans le pays, nul doute qu'en défensive cette position ne doive être soigneusement retranchée[1]. Outre cela, quand deux places de guerre sont trop éloignées, qu'entre leur distance on peut trouver une position, d'où l'on assure leurs communications, un camp retranché est le meilleur moyen d'occuper ce point intermédiaire. Lorsqu'on ne veut garder qu'un petit corps de troupes à une tête de pays, ou sur une partie de frontière, où il n'y a point assez de places fortes et où il serait nécessaire d'avoir des points d'appui, pour raccourcir sa ligne d'opération, un camp retranché sous une place à portée ou sur une position bien choisie rend cet important service.

Les avantages que la tactique retire de la fortification ne se bornent point là, ils sont aussi variés que la mobilité des occurences journalières d'une campagne. Par exemple si une armée infé-

2. Les camps de Bunzelwitz et de Landshut.

rieure occupe une position importante et par laquelle elle traverse absolument les projets de l'ennemi : si voulant couvrir un siége, un pays, une opération, elle se trouve une de ces positions uniques, qui ne laissent à l'ennemi ni la ressource des manœuvres, ni celle des diversions, et qui l'obligent à venir attaquer dans cette position; si enfin l'avantage qu'on trouvera à y recevoir bataille est plus grand que celui qu'on se procure en allant au-devant de l'ennemi, il n'y a pas à balancer à augmenter la force d'une pareille position par des retranchements; mais il faut qu'ils soient composés de manière à conserver la possibilité d'agir offensivement sur l'ennemi, si ces dispositions d'attaque ou les mouvements du combat donnaient lieu d'espérer de tirer de ce parti une victoire plus certaine ou plus complète.

Lorsque les retranchements étaient composés de lignes contiguës, ils avaient beaucoup moins de ces avantages; mais depuis qu'on a adopté la méthode de couvrir les fronts des armées par une suite de redoutes détachées, les troupes ont conservé un certain degré d'action dans leur défense.

Ces redoutes en saillies se flanquent réciproquement par des feux d'artillerie et de mousque-

terie recroisés ; l'attaquant est obligé de s'attacher à ces points de force ; il en est plus ou moins ébranlé ; mais il est impossible qu'il ne se rompe en abordant les saillants de ces redoutes. Les défenseurs saisissent cet instant pour faire irruption : jusqu'alors ils ont pu se tenir en réserve sous l'abri, en arrière de ces redoutes ; mais le moment arrivé, ils débouchent vivement en colonne de charge sur des assaillants déjà déformés par les feux redoutables qu'ils ont essuyés et qui ont pu se continuer sous le couvert des redoutes.

On voit que dans cette situation les défenseurs prendront au moins momentanément l'avantage du nombre ; ils jouiront de celui du moment, et ce sont là, sans doute, les causes qui favorisent si puissamment le développement de l'audace assaillante.

Les attaquants se trouvent ainsi réduits, par le fait, à toutes les faiblesses défensives ; ils ne peuvent résister à la violence de ces irruptions, ils sont renversés.

C'est alors que la cavalerie des défenseurs peut prendre à son tour l'ascendant de l'offensive ; elle fait irruption sur les débris de l'ennemi, dont elle achève la déroute. Remarquez que cette cavalerie

est intacte, qu'elle débouche fraîche et conservée, et qu'en ce moment elle agit sans contradiction; car la cavalerie ennemie a dû se tenir éloignée des feux des redoutes; il ne faut donc à celle des défenseurs dans ce cas que l'attention de ne pas pousser trop loin ces succès, ce qui l'exposerait au danger d'être ramenée.

C'est ainsi qu'il faut faire concourir offensivement toutes les armes, avec l'intention de raviver l'inertie ordinaire des retranchements des armées. Ces dispositions seront donc employées avec avantage, dans le cas où un corps d'armée, faible encore numériquement, éloigné des places et de toute espèce de point d'appui, ne pourrait absolument se dispenser d'occuper quelques positions avancées.

Une ligne de redans, au lieu de redoutes, sans inspirer précisément autant de confiance, remplirait le même objet, et pourrait être exécutée avec une telle rapidité qu'en une seule nuit l'on présenterait un changement de scène très-imposant. Il serait intéressant de s'exercer beaucoup à ces manœuvres, tant à l'égard de la célérité d'exécution des redans que pour la précision des mouvements, dans l'objet de saisir l'à-propos des irruptions.

Des dispositions du même genre seront employées avec avantage sur les positions d'attente et d'observation. Enfin, savoir à propos se retrancher, distinguer les occasions où des retranchements peuvent être utiles ou inutiles, les combiner, quand on a résolu de les construire, avec l'objet qu'on se propose, avec ce qu'on peut faire de ses troupes et ce que peut entreprendre l'ennemi, cela appartient à la stratégique, elle seule peut et doit y présider.

Il sera je crois inutile de pousser plus loin les détails d'utilité journalière que la stratégique retire de la fortification, tant permanente que passagère; l'on ne peut se nier à l'évidence; je vais dans la section suivante faire voir l'influence que la fortification doit avoir sur le mouvement des troupes ou la tactique, ce qui achèvera de prouver que la science de l'ingénieur est une des bases les plus importantes de l'art de la guerre.

SECTION DEUXIÈME.

Application de la fortification à la tactique.

L'idée de l'application de la fortification à la tactique n'est pas neuve. Xénophon, dans sa Cyropédie, laisse entrevoir qu'il avait senti parfaitement l'analogie qu'il doit y avoir entre la disposition des ordres de bataille et celle des ouvrages de places de guerre. En effet, c'est dans la fortification qu'il faut chercher les principes fondamentaux du dispositif des troupes en campagne; ce sont les axiomes de la fortification qui peuvent seuls diriger avec quelque certitude les mouvements des armées, et quiconque s'en écartera dans la pratique tombera dans de grandes erreurs. La fortification recherche tous les moyens de diminuer les chances fâcheuses d'un combat qui doit avoir lieu entre des forces différentes. Elle donne les moyens d'employer utilement les troupes des différentes armes et les armes des différentes espèces, afin de mettre à profit les divers secours qui peuvent être employés dans la défense pour balancer les avantages que pro-

cure à l'ennemi le libre choix des moyens d'attaque.

En tactique comme en mécanique, le fort doit emporter le faible; en fortification comme en mécanique, l'art doit suppléer à la force; et cet art n'est autre que la combinaison de tous les moyens qui peuvent rendre l'attaque infructueuse ou du moins très-périlleuse, de longue durée et d'un succès douteux.

La tactique, me dira-t-on, supposant l'offensive, et la fortification au contraire la défensive la plus circonspecte, ses axiomes ne sont pas susceptibles d'être employés également comme règles dans toutes les combinaisons de la tactique. La guerre défensive étant la partie la plus critique et la plus difficile de la stratégique, si l'art de l'ingénieur peut seule la diriger, est-ce trop présumer que de vouloir étendre son influence sur tous les autres mouvements d'une armée? Non, sans doute! C'est dans le développement des axiomes de la fortification et de la Poliorcétique, dans leur application avec l'arrangement, le mouvement des troupes, la science des positions et les ordres de bataille que l'on se convaincra de la vérité de cette assertion.

Le tacticien ne doit pas seulement employer

les maximes de la fortification dans la recherche qu'il fait de l'avantage des positions pour mettre à profit leur force d'inertie afin d'augmenter la force active des troupes; il les emploie encore en disposant les troupes des différentes armes selon la diversité des circonstances, de manière à les protéger l'une par l'autre, à faire soutenir les parties faibles par les parties fortes et à faire secourir au moment utile celles qui ont besoin de l'être; enfin à opposer partout une résistance proportionnelle à l'attaque dans le cas de la défensive ou une force supérieure dans le cas de l'offensive.

Quelque arrangement que la tactique donne à une armée, tout ne peut être front, tout ne peut être également fort. Les flancs ont besoin d'appui; un bois, un marais, une rivière, une éminence, un village, fortifient les parties faibles, et leur position détermine celle des troupes.

Cette science des positions qui fortifie les armées et qui puise ses principes dans ceux de la fortification s'agrandit encore, lorsqu'embrassant la défense d'un pays elle a pour but d'en fermer l'entrée, de couvrir une ou plusieurs villes dont elle empêche de faire le siége; ou lorsqu'agissant offensivement elle protége les opérations du

même genre. Souvent dans les batailles une partie de l'armée est sur la défensive tandis qu'une autre partie attaque; la première alors prête des troupes à l'autre à proportion des avantages de sa position. Dans ces circonstances le succès est dû en bonne partie à l'heureuse combinaison des deux sciences de la tactactique et de la fortification. Ainsi, le général tout à la fois ingénieur et tacticien choisira les positions les plus favorables, soit relativement aux mouvements qu'il voudra faire, soit par rapport à la facilité d'y former de bons retranchements. Tous les avantages, tous les inconvénients d'une position se présenteront à son imagination, et ses opérations, au lieu de flotter dans l'incertitude et les probabilités, prendront ce caractère de sûreté qui conduit au succès. Turenne fut peut-être un des généraux anciens qui connut le mieux l'application des principes de la fortification à la tactique; ses marches et ses campements en ont fourni beaucoup de preuves. Le prince Henri de Prusse fut son digne émule dans ses brillantes campagnes.

Lorsqu'une armée est faible, soit par le nombre, soit par l'espèce, soit par la qualité des troupes qui la composent, ses chefs ont intérêt à re-

chercher avec le plus grand soin l'avantage des positions pour rétablir l'équilibre de ses forces, et cette nécessité de secours va quelquefois jusqu'à l'emploi de la fortification artificielle; de là les camps retranchés, les champs de bataille fortifiés, les lignes, enfin les places fortes où une armée cherche son salut lorsqu'une suite de malheurs l'oblige d'abandonner la campagne. C'est alors que la fortification offre les plus puissants secours à la tactique, et que celle-ci, à son tour, vient donner la vie à des masses fortes par leur inertie autant que par leur disposition. C'est alors que la fortification offre aux troupes une série de positions qui se défendent respectivement et qui rétablissent l'équilibre entre les forces devenues disproportionnées.

La solidité d'un ordre de bataille dépend donc évidemment de l'application modifiée de la fortification. En suivant ces maximes, on diminue le nombre des points d'attaque, on assure le centre, les ailes et les derrières d'une armée; on rend les défenses successives, on se met en mesure de disputer le terrain pied à pied, on procure aux différentes parties une indépendance telle que la défaite de l'une d'elles ne puisse influer sur celles collatérales; enfin on obtient une sorte de fortifi-

cation mobile. Et l'on ne peut douter que si l'on faisait un plus grand usage des moyens que la tactique et la fortification s'offrent réciproquement, on agirait en toute circonstance avec plus d'avantage.

Comme l'on pourrait m'accuser d'avoir trop généralisé les rapports ou mieux les bases que la fortification pose à la tactique, je vais, pour donner le dernier degré de force à ma démonstration, entrer dans quelques détails.

Axiomes.

1. *Toutes les parties d'une fortification doivent se flanquer.*

Cet axiome est aussi essentiel dans la tactique que pour la fortification ; de même que toutes les parties d'une place doivent s'entre-soutenir, ainsi, dans la distribution des régiments, des brigades, des divisions qui forment un ordre de bataille, chaque corps doit être disposé de manière que si l'ennemi l'attaquait, outre le feu direct et la résistance de cette portion de la ligne, il dût être exposé de droite et de gauche aux feux des divisions voisines. Tout dispositif de troupe où ces règles ne seront pas suivies sera fautif. La tactique défensive a emprunté de cet axiome la néces-

sité d'appuyer les flancs d'une disposition et toutes les parties de cette disposition de manière qu'elles se protégent mutuellement.

La nature et l'art offrent cent moyens de se flanquer. Des villages, des châteaux qui débordent les ailes ou le centre de la ligne, des bois où l'on aura fait des abatis sont d'excellents appuis. On peut, pour le même objet, se servir de redoutes et autres pièces de fortification passagère.

Si, dans une bataille, on a des flancs en sûreté, si la nature et l'art servent de points d'appui aux différentes parties de la ligne, c'est un avantage qui ne suffit pas encore; car si l'on repousse l'ennemi et qu'on veuille s'ébranler, afin de compléter sa défaite, il faut un dispositif tout prêt pour que dans sa poursuite les flancs ne soient pas un moment aventurés. C'est dans l'arrangement des troupes et leur combinaison qu'il faut alors chercher sa sûreté. Les manières de flanquer la ligne sont différentes : on peut garder un corps en potence sur ses ailes pour entrer en ligne à l'instant nécessaire et y déborder l'ennemi ; ou bien on peut renforcer ces parties par des corps redoublés et en interligne. La seconde ligne (si l'on en a deux) doit, par des conversions, des

mouvemeuts vifs et prompts, avoir l'œil à tout et donner à la première ligne le secours dont elle peut avoir besoin.

2. *Les flancs seront perpendiculaires sur la ligne de défense ou approchant, c'est-à-dire que la défense doit être la plus directe possible.*

Pour que le feu de la mousqueterie, dans une bataille, fasse plus d'effet, on le rend direct en disposant toujours l'infanterie parallèlement à celle à qui elle a affaire.

Quant à ce que les parties flanquantes ne doivent point être vues que des parties qu'elles doivent flanquer.

Cet axiome n'est pas généralement applicable à la tactique, parce qu'une troupe qui va porter du secours à une autre ne peut si bien masquer sa marche qu'elle ne soit exposée au feu des parties collatérales. Cependant il est des pays couverts à la faveur desquels on peut cacher ses mouvements et arriver sur l'ennemi sans presque lui donner le temps d'un dispositif. C'est au coup d'œil à mettre à profit ces dispositions heureuses du terrain. Comme l'ennemi peut employer les mêmes ruses, le même feu de flanc, il faut se précautionner contre tout ce qu'il peut faire; chaque troupe qui attaque doit avoir une réserve pour

s'opposer à ce que l'ennemi pourrait tenter sur ses flancs et sur ses derrières, et pour entreprendre elle-même sur ceux de l'ennemi, pour peu que ce soit possible.

3. *Les plus grands flancs sont les meilleurs.* Cet avantage des flancs est si grand que l'on compte pour peu le feu qui part d'une pièce attaquée et occupée de sa propre défense; il est cent fois moins meurtrier que celui de la pièce collatérale qui, à l'abri de toute insulte, n'a d'autre soin que de diriger son feu sur l'ennemi.

4. *Les parties les plus exposées aux attaques et les plus en prise à l'ennemi sont celles qui doivent être les mieux flanquées; par cette raison, les faces des bastions doivent être défendues par de grands flancs.*

On doit conclure de cette maxime de fortification qu'il faut en tactique porter aux ailes les meilleures troupes, parce que ce sont les parties les plus exposées.

5. *Lorsque, pour éloigner les approches de l'assiégeant, on construit des pièces détachées, il faut proportionner les distances entre elles, de manière à ce que le feu puisse se croiser dans l'espace intermédiaire; sans cette attention l'ennemi n'en ayant rien à craindre, ne s'engagera*

pas dans une attaque inutile, se contentera de les masquer avec de l'infanterie et l'attaquera par le centre.

Cette maxime a le même degré d'importance en tactique. Si le front d'un ordre de bataille est flanqué par des villages, on y met de l'infanterie et du canon, mais il n'en faut pas moins garnir les espaces intermédiaires de troupes et de batteries, surtout si le feu croisé des villages ne rend pas cet espace inabordable. C'est ce défaut d'attention qui fit perdre la bataille d'Hochstedt. Le front de l'armée française était flanqué par des villages, mais la trop grande distance qu'il y avait entre eux empêchait les feux de se croiser. Mylord Malborough, sans perdre du monde et du temps à l'attaque de ces villages retranchés, les tint en échec et dirigea une colonne d'attaque contre la cavalerie qui occupait leurs intervalles. Cette cavalerie fut renversée, et après cet avantage les villages pris de revers et environnés ne rendirent qu'un faible combat.

6. *Dans l'attaque de certaines pièces détachées dont les gorges sont à l'abri du coup de main, et la tête trop respectable pour en faire l'attaque en règle, on longe par les côtés et on cherche à en intercepter la communication.*

Ainsi, dans une attaque, dans une bataille, s'il se trouve un retranchement, un château, un village fortifiés et farcis de troupes et d'artillerie dont la prise ne puisse se faire qu'avec de grandes pertes, il ne faut s'y engager qu'à la dernière nécessité. Il est peu de ces postes qu'on ne puisse laisser de côté, et si l'on bat les troupes intermédiaires, ces postes, dénués de leurs appuis, s'évacueront d'eux-mêmes ; la crainte d'être coupé fera ce qu'on n'aurait pas fait par une attaque de vive force, où l'on aurait perdu beaucoup de monde.

La longueur des lignes de défense doit être proportionnée à la portée des armes.

Ce serait une erreur pour un dispositif et pour un ordre de bataille de vouloir dans la grande exactitude adapter les lignes de défenses rasantes. Le tumulte, la fumée, en un mot tout ce qui accompagne le moment de l'attaque, sont autant d'obstacles qui s'y opposent. Quant aux lignes de défense fichantes, elles sont de toute impossibilité. On connaît cependant en tactique les feux rasants et les feux plongeants. Les premiers sont plus dangereux, et c'est une attention particulière qu'il faut avoir, dans le dispositif des batteries ou troupes qui doivent occuper les hauteurs, de leur donner le plus possible des feux rasants.

Quant à la longueur des lignes de défense, il ne faut pas la calculer strictement, mais il faut revenir aux principes déjà donnés, que tout dispositif des troupes, pour être bon, doit être formé de troupes disposées de manière à se flanquer et s'entre-soutenir. J'appellerai donc ligne de défense la distance établie entre chaque corps ou colonne; distance proportionnée à l'artillerie ou aux armes dont elles doivent se protéger.

8. *Tout angle saillant présente à la compagne un espace considérable, qui n'est défendu par aucun feu direct.*

Cette connaissance est très-utile à la guerre, pour diriger la marche d'une troupe sur la capitale de l'ouvrage qu'on veut attaquer ou sur celle de l'angle que formerait une troupe dans son ordre de bataille.

Dans la tactiqne défensive, si le terain que l'on doit occuper fait un angle saillant, il ne faut pas que la troupe, dans sa position, en suive la configuration. Il faut lui faire former un pan coupé, une portion de cercle convexe ou concave, enfin un angle rentrant; de cette façon, on distribue des feux sur cette capitale, qui sans cela se trouverait sans défense.

9. *Les parties exposées au feu de l'artillerie,*

doivent être assez solides, pour résister à l'effort du boulet. Pour mieux remplir cette condition, on distribue des contre-forts sur les derrières des revêtements en maçonnerie.

Il faut dans tout ordre de bataille, pour la disposition des troupes, avoir égard au nombre et à la qualité de l'ennemi que l'on doit combattre; cette attention doit regarder toute l'étendue de la ligne. Si l'on se négligeait sur un point, il serait à craindre qu'un ennemi intelligent ne le vît et n'en profitât.

L'orsqu'une ligne a beaucoup d'étendue, ne serait-il pas utile, à l'imitation des contre-forts, de mettre la seconde ligne de distance en distance par corps en colonnes; pour mieux résister à l'ennemi, et le prendre en flanc, lorsqu'on l'aurait entamé ou qu'il aurait percé.

10. *Le corps de la place et les ouvrages doivent commander dans la campagne et n'être commandés de nulle part.*

C'est un principe de tactique que de s'emparer des hauteurs à portée d'une marche ou d'un ordre de bataille. Il y aurait trop de danger à s'engager dans une plaine étroite, sans cette précaution préliminaire, et sans s'être rendu maître de toutes les sommités qui peuvent en assurer le

passage. Il faut être attentif à s'emparer soi-même des commandements qui peuvent gêner l'ennemi dans ses manœuvres. Voilà pourquoi la guerre de montagnes est sujette à tant de variations; c'est la plus savante, la plus variée, la plus profonde; à chaque pas ce sont de nouvelles chicanes, de nouvelles combinaisons; chaque rocher, chaque escarpement procurent des obstacles pour l'attaque, des ressources pour la défense.

Une des opérations de la tactique, où l'on observe le plus et sait le mieux apprécier ce commandement, c'est dans un passage de rivière de vive force. Alors on choisit les endroits où la rive est élevée et a quelque supériorité sur la rive opposée. On y met du canon, pour favoriser le passage. C'est aussi dans cette occasion qu'on reconnait l'avantage des flancs, puisqu'on cherche toujours un endroit où la rivière, faisant un coude ou un rentrant, forme des flancs naturels.

Les batteries en amphithéâtre, qui ont des inconvénients dans la fortification, sont des positions précieuses dans une bataille, et il faut les saisir, quand elles rencontrent.

Si le terrain n'en favorise pas l'établissement, pourquoi ne pas tirer à ricochet sur les corps éloignés? La chose est toujours possible; et lorsque.

par la marche en avant des troupes, le canon se trouvera masqué, on lui cherchera sur les flancs, dans les intervalles, dans des trouées, des emplacements, qui permettent de s'en servir ainsi. Si cela n'est pas possible, on lui cherchera entre les deux lignes, ou sur les derrières, un emplacement propre à favoriser une retraite ou un ralliement.

11. *Le relief des ouvrages doit être tel que les batteries des tranchées ne découvrent que ce qui doit les contre-battre.*

L'ennemi ne découvrant point tout d'un coup l'ensemble de la fortification, peut être induit en erreur sur la force de la place, et sur le choix du point d'attaque, et peut se décourager en trouvant des ouvrages entiers et des obstacles sur lesquels il ne comptait pas.

C'est une maxime à suivre en tactique, pour masquer ses manœuvres, et en imposer sur son ordre de bataille, que de paraître fort où l'on est faible, et faible où l'on est fort. Vient-on pour attaquer? les premières têtes qui paraissent ne doivent point être le vrai point d'attaque; les colonnes ne doivent point donner où elles se présentent, mais par un mouvement vif (et masqué autant que faire se peut) elles se développeront loin de là. Il ne faut jamais perdre de vue que tout

ce qui paraît inopinément inspire la terreur et doit réussir, le mal étant plus souvent dans l'opinion que dans la chose même. C'est le moral alors qui prédomine sur le physique, et l'on ne doit pas oublier que l'un influe autant que l'autre sur les événements de la guerre.

12. *De quelque accord avec les principes que soit une place de fortification, elle est de nulle défense, si la communication n'est pas assurée, et si cette communication n'est pas aisée et spacieuse.*

Quoique le terrain où campe l'armée ne doive jamais être destiné à être son champ de bataille, cependant, comme on peut être attaqué dans son camp (ce qui est arrivé plusieurs fois), la première chose dont on doit s'occuper en arrivant, c'est d'établir des communications du centre aux ailes, d'une ligne à l'autre, pour pouvoir avec célérité et sur un grand front se transporter partout où il sera nécessaire. On doit aussi ouvrir des communications sur les flancs, en avant, sur les derrières, pour se transporter, sans embarras et avec légèreté, sur le champ de bataille reconnu à portée du camp. Il faut donc avoir toujours des routes préparées de tous côtés, afin de pouvoir se porter de son camp, comme d'un centre, à tous les points de la circonférence.

Voilà une application pour une position particulière; mais pour tous les projets en grand, toutes les grandes opérations, elle deviendra aussi intéressante. Que peut-on espérer d'une ligne de communication sur une frontière, si l'on ne peut se mouvoir sur la même parallèle que l'ennemi peut parcourir; si malgré les positions reconnues, des points d'appui sûrs, on ne peut se porter avec facilité en avant, en arrière, vers ses flancs, et suivre l'ennemi dans tous ses mouvements. Dans les campagnes de la fin du siècle dernier, on voit de quelle utilité la facilité des communications a été aux Français, dans le développement de leurs grands plans d'offensive et de défensive.

Quelque formidable que soit un camp ou une position, quelque soit l'équilibre parfait des fortifications d'une place, on ne peut trop apporter d'attention à garder même les côtés qui paraissent les plus forts, mais qui pourraient être tournés et pris facilement de flancs ou de revers.

13. *Il faut que les environs d'une place soient unis et sans couvert à la grande portée du canon; sans cela, à quoi servirait le commandement des ouvrages.*

On ne doit jamais se départir de cette règle dans la tactique. Lorsqu'on a pris une position

ou un camp à portée de l'ennemi, il faut commencer par abattre tout ce qui pourrait favoriser ses apporches, masquer ses attaques. Qu'on se rappelle la surprise de M. de Vendôme à Luzzara.

14. *On construit dans la campagne des ouvrages détachés pour éclairer les démarches de l'assiégeant et l'éloigner du corps de la place.*

Tous ces ouvrages avancés ressemblent et ont donné lieu à ces détachements, grands ou petits, que l'on pousse en avant pour découvrir les manœuvres de l'ennemi, arrêter sa première impulsion, soutenir son premier choc, donner le temps à l'armée de se ranger en bataille, de faire ses dispositions de défense.

15. *Il faut une égalité de force dans tout le pourtour de la place.*

Sans cet équilibre un ennemi intelligent pourrait attaquer par le front le plus faible, alors la force et la défense du reste de l'enceinte ne serviraient de rien.

Si l'on n'observe pas toujours un équilibre parfait dans son ordre de bataille, il faut si bien masquer ses manœuvres que l'ennemi ne puisse s'apercevoir de l'endroit faible.

16. *La fortification développée sur une ligne droite est plus avantageuse et d'une attaque plus*

difficile que lorsqu'elle forme un angle d'un polygone; parce que tous les accessoires, dans ce cas, sont défendus par une continuité de feux auxquels l'ennemi ne peut opposer qu'égalité de front.

Les conséquences que l'on peut tirer de cette maxime de fortification sont autant de démonstrations de la nécessité de se développer sur un grand front et en même temps d'ôter à l'ennemi l'avantage d'en faire autant.

En effet, si le champ de bataille qu'on laisse à l'ennemi, ou si celui où on l'accule ne peut contenir une armée considérable que sur des lignes redoublées, il faut que la plus grande partie de cette armée reste les bras croisés pendant le combat. Si la première ligne est culbutée, la confusion ne peut que s'accroître par le grand nombre qui ne peut manœuvrer; le plus léger désordre doit donc dégénérer en déroute générale.

17. *Il faut diminuer le nombre des points d'attaque.*

C'est un des premiers soins d'un général, dans le choix de son champ de bataille, que d'en trouver un où une des ailes, le centre ou les flancs soient inabordables à l'ennemi, et de fortifier avec les troupes qu'on en tire l'autre partie de la ligne, afin d'y rester supérieur.

18. *Il faut se ménager des saillants et des rentrants, ce qui se fait par la saillie de certaines pièces collatérales. On ne peut regarder comme rentrant que la pièce qui ne peut être attaquée en même temps que son saillant.*

C'est cette attaque successive qui peut seule prolonger la défense d'une place. Il faut que les ouvrages construits en conséquence, se soutenant naturellement, ne puissent être tournés et aient des communications sûres. Car on se replie successivement. D'abord on se retire des pièces détachées dans les places d'armes saillantes du chemin couvert, de ces places d'armes dans les rentrantes ; de là on se retire dans les ouvrages avancés ; des ouvrages avancés dans leurs réduits ; des réduits dans les bastions ; des bastions dans leurs retranchements, et de là dans les forts, citadelles, etc.

C'est par les mêmes règles qu'on parvient à la défense de toute une frontière ; on établit des places en première, seconde et troisième ligne, et à l'instar des saillants et des rentrants, on les dispose de façon que l'ennemi ne puisse s'attacher en même temps à deux places de diverses lignes.

La commodité du commerce, le cours des rivières, d'anciennes villes qu'on a voulu conserver,

font que cet ordre et cette disposition ne sont pas toujours aussi exactement suivis que dans le dispositif des pièces d'une place de guerre, mais on doit s'y conformer autant qu'il est possible. De même que, dans l'enceinte d'une place, une trop grande continuité d'ouvrages n'est pas nécessaire pour en défendre l'accès, de même aussi pour défendre une frontière cette continuité n'est pas toujours indispensable. L'ordre de bataille en ligne droite ne me paraît fait que pour l'œil et l'appareil d'une réjouissance et d'une revue. Pourquoi une armée ne formerait-elle pas des saillants et des rentrants? Ce serait une continuité de flancs susceptibles de la plus vigoureuse résistance. Ces rentrants ne pouvant être attaqués en même temps que les saillants, leur porteraient du secours, l'artillerie des rentrants serait toujours en action et toujours en sûreté. Mais il ne faut pas borner là son attention, en faisant tout pour être heureux il ne faut jamais perdre de vue la possibilité du malheur, il faut tout préparer pour la retraite en fortifiant des défilés, en postant des corps, établissant des batteries, employant la ressource de l'art et de la nature dans les endroits où l'on pourrait espérer arrêter l'ennemi victorieux. Combien de fois le camp retranché des Romains n'a-

t-il pas arrêté le vainqueur. Combien de fois n'a-t-il pas donné lieu à une seconde affaire où la victoire ne fut plus balancée. Ne serait-il pas prudent de se ménager entre les deux lignes (pour pouvoir s'y rallier) des endroits fortifiés, que l'on pourrait comparer aux réduits des pièces de fortification ? Il faudrait avoir plusieurs de ces points d'appui, mais pas trop éloignés. Pour l'offensive, on peut en prendre des règles dans la conduite d'un siége. L'on n'y passe que successivement d'une parallèle à l'autre et après avoir bien appuyé la première. Les lignes de contre-approches qu'on fait sur la droite et sur la gauche des tranchées ont pour objet de battre en flanc les ailes de l'attaque et de prendre des revers. C'est la parfaite image de ces détachements que l'on doit porter sur les flancs ou les derrières des ennemis, avant ou dans le courant d'une bataille. Toute offensive, dont les parallèles ne seront pas successivement appuyées sur les flancs et les ailes, ne sera plus une campagne, mais une incursion. A l'article de la stratégique je développerai davantage cette idée que je ne fais qu'indiquer ici.

Telles sont les règles qui doivent diriger les opérations d'une campagne et tous les plans de la guerre. Il faut avec soin en combiner les avan-

tages : alors on conduit son ennemi de camp en camp, de poste en poste, au but que l'on s'était proposé; c'est la seule façon de faire la guerre comme on veut et non comme il plaît à la fortune. Mais quelle que soit l'influence de la science de la fortification pour former un plan d'opération et en assurer l'efficacité, à Dieu ne plaise que je prétende qu'il suffit d'être ingénieur pour être en état de conduire une armée. Quoique dans la tactique et la fortification, il soit des parties qui appartiennent également à l'une et à l'autre de ces deux branches, il en est d'autres aussi qui leur appartiennent exclusivement.

Ces deux arts sont nécessaires et indispensables l'un à l'autre : dans tous les cas il doit naître de leur réunion des propriétés nouvelles et des combinaisons qui, employées avec sagesse selon les lieux, les temps et les circonstances, doivent ajouter un nouveau lustre à chacune de ces deux branches considérées séparément. Il est assez connu que la séparation totale des arts qui ont beaucoup d'analogie a toujours nui au progrès de ces mêmes arts; ainsi je n'insisterai pas davantage sur cet article, que je n'ai autant étendu que pour faire connaître combien il était intéressant, pour le tacticien et pour l'ingénieur, de possé-

der chacun une partie des connaissances de l'autre.

On doit regarder la fortification comme la science de la prévoyance, c'est pourquoi les généraux qui réuniront et appliqueront à la fois les maximes de la tactique et de la fortification dans les mouvements et les dispositions des troupes, se procureront des moyens de sûreté qui suppléeront à ce qu'ils pourraient regarder comme moins certain ou plus sujet à des inconvénients. César tenta et fit réussir des manœuvres étonnantes, parce qu'il joignait à la fois la prudence de l'ingénieur à la hardiesse du tacticien.

XI.

MÉMOIRE

SUR LES MANŒUVRES DE GUERRE.

Les camps, les marches, les ordres de bataille et les quartiers d'hiver sont, il est vrai, les quatre principales divisions de la grande tactique, mais leur étude, quelque approfondie qu'elle peut être, ne suffit point encore pour mettre au fait des opérations d'une campagne.

Si l'on faisait abstraction de la présence de l'ennemi, de ses efforts, des difficultés que le terrain, les

forteresses peuvent et doivent apporter dans vos mouvements, ces premières connaissances suffiraient, mais l'ennemi contre lequel on agit cherchant par tous les contre-mouvements imaginables à déranger votre plan d'opérations, il faut donc pouvoir le prévenir ou le déjouer par des manœuvres.

Je vais rassembler dans ce Mémoire les règles que l'expérience et les actions des grands généraux semblent avoir fixées pour tous ces mouvements.

Manœuvres de guerre.

Le but de toutes les manœuvres d'une armée est et doit favoriser l'établissement d'un camp ou de quartiers d'hiver dans une position avantageuse pour le plan offensif ou défensif de la campagne, de couvrir une marche qui conduit soit sur le flanc de l'ennemi pour l'attaquer, soit sur ses communications ou sa ligne d'opération, pour l'obliger à sortir d'un poste trop fort, pour l'en déloger à force ouverte. Les manœuvres servent encore à prévenir l'ennemi à l'ouverture de la campagne, à le surprendre, à lui disputer le passage d'un fleuve, ou le contraindre à vous l'abandonner ; les manœuvres, en un mot, assurent d'après les circonstances et les variétés du terrain l'exécution des principes théoriques que nous avons posés dans le livre précédent.

Il y a deux manières de manœuvrer à la guerre, la première avec toute l'armée, la seconde par détachements.

Des manœuvres de guerre.

DES BATAILLES.

De toutes les opérations de la guerre, les batailles sont celles qui peuvent avoir les suites les plus heureuses ou les plus funestes. La recherche des principes propres à en assurer le succès est donc de la dernière importance.

On appelle bataille, l'action dans laquelle une armée charge en totalité ou en partie celle qui lui est opposée.

Les batailles sont les actions les plus éclatantes de la guerre. « Elles donnent et ôtent les couronnes, dit « Montécuculi, décident entre les souverains sans ap« pel, finissent la guerre et immortalisent le vain« queur. »

Les batailles doivent être considérées sous trois aspects différents qui tous ont leurs règles. Le premier, quand on va attaquer l'ennemi ; le second, quand on attend dans sa position l'attaque de l'ennemi ; le troisième et dernier, c'est lorsque, voulant attaquer l'ennemi, on le rencontre marchant dans la même intention.

Lorsqu'une des deux armées reçoit forcément la bataille, on le regarde avec raison comme un grand désavantage. Car quelque fermes et aguerries que soient les troupes, elles sont presque toujours intimidées à l'aspect de celles qui viennent les attaquer; c'est tout le contraire, si on les mène à la charge. On ne doit jamais attendre l'ennemi dans un poste, à moins qu'il ne soit très-avantageux et très-important à conserver. Il est cependant des circonstances où un général n'a pas le choix de chercher ou d'éviter un engagement, c'est alors la promptitude avec laquelle on se saisit des avantages du terrain et la sagacité qui vous fait deviner et prévenir les desseins de l'ennemi qui assurent vos succès.

Les suites d'une bataille dépendent des circonstances et du temps où on les livre. Celles qui se donnent au commencement d'une campagne sont les plus dangereuses parce qu'elles influent presque toujours sur les opérations du reste de l'année et souvent sur celles de toute la guerre. Celles qui se livrent dans l'arrière-saison sont pour l'ordinaire de moindre conséquence, vu l'impossibilité où l'on est de profiter longtemps de la supériorité acquise contre la victoire[1].

1. A moins d'y être forcée par la nécessité d'assurer ses quartiers d'hiver, ou de délivrer son pays de l'ennemi, les généraux

Une bataille gagnée est bien peu solide si elle ne dérange pas le projet de campagne du général ennemi. Les principaux avantages qu'elle doit procurer sont la diminution des forces de l'ennemi et consé quemment son inactivité pendant le temps qui lui est nécessaire à les réparer, de rendre maître de la cam pagne et d'avoir la facilité d'assiéger une place dont la prise entraîne la perte d'une province ou d'une portion intéressante du pays ennemi, d'y faciliter la levée des contributions et celle des réquisitions nécessaires à la subsistance de l'armée.

Il y a trois différentes espèces de règles à observer dans les batailles. Les premières, déterminatives, ont rapport aux raisons qui doivent faire engager ou éviter le combat. Les secondes, préparatoires, ont rapport à la distribution des troupes, selon les divers cas et espèces de combats, et aux précautions à prendre, soit pour assurer sa retraite en cas de défaite, ou accélérer la poursuite en cas de succès. Enfin les dernières ont exclusivement rapport à l'action.

expérimentés évitent les engagements de la fin d'une campagne. Les batailles de Rosbach et de Leuthen étaient nécessaires sous ces points de vues ; la victoire de Torgau ne l'était pas autant ; le général Daun, quoique ayant perdu le champ de bataille, n'en prit pas moins tranquillement ses quartiers d'hiver.

Raisons déterminatives pour combattre.

Les batailles pouvant décider du sort de la patrie, il ne faut pas les livrer sans en examen réfléchi. Les raisons qui peuvent engager sont :

1° Quand il est possible de gagner plus qu'on ne peut perdre.

2° Pour entrer dans le pays ennemi ou empêcher qu'il ne pénètre dans le vôtre.

3° La supériorité en nombre de son côté, et de l'autre la désunion ou la présomption des généraux ennemis. Leur peu de précautions dans leurs camps, dans leurs marches.

4° Lorsque l'ennemi est affaibli par la division de ses forces et qu'on peut le joindre avant qu'il puisse se renforcer.

5° L'importance d'un poste dont il faut le chasser.

6° Lorsqu'il est encore fatigué d'une marche longue et pénible.

7° S'il n'a pas eu le temps de reconnaître le terrain où il était posté.

8° Le secours d'une place de conséquence.

9° Enfin, pour donner une nouvelle face aux affaires en passant de la défensive à l'offensive, et obliger un ennemi opiniâtre à faire la paix et terminer la

guerre qui ne finirait jamais sans le succès des batailles[1].

On évite une bataille.

1° Quand on risque beaucoup plus par une défaite que l'on ne peut gagner par une victoire.

2° Si l'ennemi est dans votre pays, il faut agir avec la plus grande prudence, ne rien donner au hasard; car la perte d'une bataille dans l'intérieur d'un État doit nécessairement avoir des suites pernicieuses.

3° Si l'on est affaibli par des détachements.

4° Quand on attend la jonction d'un renfort.

5° Si l'ennemi occupe un poste si avantageux qu'on ne puisse l'attaquer sans témérité.

6° Si l'armée est fatiguée d'une longue marche ou d'un autre travail.

7° Si une défaite vous obligeait à une longue retraite, et que l'ennemi même battu n'eût que peu de chemin à faire pour se mettre en sûreté.

8° Enfin, quand il y a lieu d'espérer qu'en temporisant l'armée ennemie se ruinera. Il arrive quelquefois que, l'ennemi ayant compté finir promptement une expédition, si elle traîne en longueur, la disette et les

1. La bataille de Freyberg, livrée le 29 octobre 1762, détermina la conclusion de la paix entre la Prusse et l'Autriche. Les journées de Marengo et de Hohenlinden contraignirent la cour de Vienne au traité de Lunéville.

maladies le consument; son armée est alors bientôt ruinée et forcée à se retirer[1].

Moyens d'obliger l'ennemi à combattre.

Quand on a balancé attentivement le pour et le contre, et que l'on est décidé à la bataille, si l'ennemi refusait de combattre, il y a grand nombre de moyens de l'y contraindre; mais comme ils dépendent tous de circonstances qu'il est impossible de prévoir, je ne rapporterai ici que les plus généraux :

1° Ravager le pays ennemi.

2° Simuler le siége d'une place qui renferme ses magasins ou qui lui est nécessaire pour assurer ses convois, couvrir une grande étendue de son pays; le faire réellement s'il persiste dans sa stricte défensive.

3° Tomber sur ses quartiers ou l'attaquer durant sa marche s'il néglige les précautions nécessaires : feindre soi-même de ne vouloir pas combattre; le resserrer dans ses fourrages et ses quartiers. « Enfin, vous « obligerez encore l'ennemi à combattre, dit le roi de « Prusse, quand vous viendrez par une marche forcée « vous mettre sur ses derrières et lui couper ses com- « munications. Gardez-vous bien, en faisant ces sortes

1. Les campagnes du feld-maréchal Traun, en Bohême, en 1744, de Dumouriez, dans la Champagne, en 1792, sont la confirmation de ce principe.

« de manœuvres, de vous exposer au même inconvé-
« nient, ni de prendre une position dans laquelle l'en-
« nemi pourrait vous couper d'avec vos magasins.

. . . .

Dispositions préparatoires[1].

Quand on prévoit le temps et à peu près les lieux où l'on combattera, il faut disposer avant la bataille tout ce que l'on fera pendant le combat, soit pour vaincre

1. La résolution de combattre étant prise, dit M. de Feuquières, il faut passer aux moyens de l'exécuter avec succès.

De ces moyens, les uns sont de prévoyance; pour les autres on ne les trouve que le jour du combat, et ce sont pourtant ceux qui décident presque toujours du succès.

Les moyens de vaincre qui sont de prévoyance sont de faire son ordre de bataille suivant la quantité et la qualité des troupes dont l'armée est composée, et le pays dans lequel on présume trouver l'ennemi; de distribuer des postes aux officiers-généraux; donner des copies de cet ordre de bataille à tous ceux qu'il est nécessaire qui en aient, pour le faire observer; avoir toutes les troupes bien armées; que l'armée ait eu le temps de manger et de prendre quelque repos, s'il est possible, avant le combat; être absolument débarrassé des gros bagages et avoir même placé les menus bagages en lieu sûr.

Les moyens de vaincre, qui ne se présentent que le jour du combat, sont : tous les avantages du terrain; l'observation de l'ordre de bataille qui aura été donné; son changement fait à propos, s'il y a nécessité; la distribution de l'artillerie sur la ligne, suivant le terrain; les attentions sur les avantages qui se peuvent prendre, soit en étendant ses ailes pour envelopper l'ennemi, soit en les couvrant et en les assurant, afin de pouvoir les dégarnir, pour faire un plus grand effort où l'ennemi paraîtra le plus faible; faire bien observer la droite et la gauche et la distance entre les lignes, si l'on marche de front; faire de fréquentes haltes pour donner le temps à la ligne de se redresser et à l'artillerie de tirer et recharger; défendre sur toute chose aux soldats de tirer, essuyer le feu de son ennemi et ne le charger qu'après sa décharge.

l'ennemi, soit pour tirer bon parti de la victoire, si on la remporte, sans oublier de prendre les mêmes précautions pour assurer la retraite de l'armée que si elle devait être battue. Car c'est une maxime reçue de ne pas engager une action, lorsqu'on ne peut se retirer avec sûreté et facilité. Il est donc essentiel de faire garder les passages importants qu'on laisse derrière soi ; cette précaution assure la retraite, et a de plus l'avantage de faciliter l'arrivée des convois dont on pourra avoir besoin pour poursuivre l'ennemi et tirer tout le parti possible de sa défaite.

Il faut donc :

1° Etablir des dépôts de vivres sur la route par laquelle on doit se retirer, prêts à être transportés en avant si l'armée était obligée de s'avancer.

2° Munir les places de manière qu'elles puissent faire assez de résistance, si l'on est vaincu, pour donner le temps de rétablir l'armée et de venir s'opposer aux progrès de l'ennemi.

3° Avoir soin que l'hôpital de l'armée et celui des places voisines soient abondamment pourvus des choses nécessaires au pansement et soulagemeut des blessés.

4° Renvoyer les équipages sur les derrières.

5° Le général doit comme dans un tableau avoir sans cesse présents à l'esprit les avantages qu'il se pro-

curera s'il est vainqueur, les ressources qui lui resteront, s'il est vaincu, et les changements qu'il devra faire à ses projets d'après toutes les suppositions dont ces deux cas sont susceptibles. S'il perd la bataille, il doit avoir choisi d'avance des positions avantageuses, d'où il puisse empêcher l'ennemi de mettre sa victoire à profit. Tout ce qui tend à la sûreté des troupes et au désavantage de l'ennemi doit être prévu avant l'événement.

6° Enfin il faut combiner ses opérations de manière que, si l'ennemi est vaincu, la bataille soit décisive dans ses suites, et que, s'il est vainqueur, ses avantages se bornent uniquement au stérile honneur de garder le champ de bataille. Ces précautions préliminaires assurées, le général ne doit plus s'occuper que des dispositions des troupes et de tout ce qui a rapport à l'action.

Règles à suivre dans la disposition.

Il est impossible que dans une bataille les deux armées soient disposées avec un avantage parfaitement égal. Celle qui la reçoit peut avoir rendu par le secours de l'art sa position plus favorable qu'elle n'était, tandis que celle qui vient attaquer n'a d'autres avantages, en approchant de l'ennemi, que ceux que lui fournissent momentanément les lieux qu'elle par-

court. Son dispositif doit donc être réglé sur le plus ou le moins de difficultés qu'elle peut rencontrer. Le terrain varie souvent même dans les pays de plaine. On y trouve quelquefois des inégalités, des ravins, des haies, des broussailles et des marais qui obligent à changer l'ordre dans lequel on avait d'abord rangé ses troupes. La moindre difficulté pouvant arrêter la cavalerie et retarder l'infanterie, on doit combiner ses mouvements de manière que les obstacles qui se rencontrent sur le champ de bataille ou aux environs ne les interrompent pas trop. Cette diversité de lieux et de circonstances empêchant de donner des règles particulières et invariables sur les dispositions, on ne peut en détailler que les plus générales.

Principes généraux des dispositions.

Il ne faut jamais tracer de disposition pour le combat, avant d'avoir reconnu celle de l'ennemi et le champ de bataille sur lequel on doit combattre. Il est essentiel que le général ait reconnu non-seulement ce champ de bataille, mais encore le terrain qui sépare les deux armées avant qu'elles se joignent, de peur que pendant l'action il ne se rencontre quelque obstacle qui, rendant le premier dispositif insuffisant ou inutile, oblige à le changer. Lorsqu'on ne connaît pas bien le terrain, l'ennemi peut attaquer avec succès

par l'endroit où on s'y attend le moins. La connaissance des chemins et même des sentiers que l'on a en tête, en queue et sur ses flancs est encore indispensable.

Il faut de plus connaître parfaitement le pays des environs, car il arrive quelquefois que, l'ennemi prévenant les dessins les mieux concertés, il est impossible à un général de combattre sur le champ de bataille qu'il avait d'abord choisi. Cet événement dérangeant toutes ses combinaisons, l'exposerait à un d'autant plus grand nombre de fautes qu'il connaîtrait moins bien le pays. Ces reconnaissances assurées, on réglera l'arrangement des troupes relativement aux localités, à la disposition que l'ennemi a formée[1], aux troupes qui peuvent agir avec le plus d'aisance sur le terrain et à celles que l'ennemi a dessein de vous opposer.

1. C'est une maxime presque toujours mal entendue, qu'une armée doit être rangée suivant l'ordre qu'on lui oppose. Si l'on interprétait bien cette maxime, on attaquerait le faible avec le fort, on avancerait les parties décidantes, tandis que l'on refuserait les autres, on se procurerait le soutien réciproque des armes là où l'ennemi les a entièrement séparées; et l'ordre, au lieu d'être le même, serait alors précisément le contraire du sien, parce qu'on ne peut se flatter de le battre que par de contre-dispositions et des contre-manœuvres. Mais point du tout; il semble qu'on soit convenu de part et d'autre de respecter la routine, et chacun fait son arrangement en conséquence et étale son tableau. Aussi, la disposition d'un ordre de bataille, qui est la chose du monde la plus difficile, parce qu'elle dépend d'une infinité de combinaisons que le génie seul peut saisir, devient une affaire de coutume fort aisée.

Il faut ensuite bien couvrir et assurer ses flancs, en les appuyant à des bois, rivières, à des marais, des montagnes, des précipices, enfin à des villages ou à de fortes batteries.

Si le terrain ne vous offre aucun appui, il faut y suppléer par le dispositif et disposer un corps de troupes sur l'extrémité de l'aile qui ne serait pas appuyée, pour en couvrir le flanc ou en augmenter le front, si les circonstances l'exigeaient. Quelque formidable que soit une disposition par le front, elle n'est pas soutenable si on la prend en flanc.

« Un axiome de guerre, dit le roi de Prusse, est d'assurer ses derrières, ses flancs et de tourner ceux de l'ennemi. » Lorsqu'un ennemi même supérieur en nombre ne peut dépasser ni tourner les ailes, le grand nombre de ses troupes lui devient inutile.

Toutes les parties d'une disposition doivent se soutenir, n'être pas trop éloignées les unes des autres, se communiquer avec sûreté et facilité [1].

Les différentes armes seront postées sur le terrain qui leur convient, où elles se prêteront le mieux un secours mutuel, et pourront combattre sans confusion. En plaine un corps d'infanterie doit toujours être sou-

1. On doit soigneusement éviter que des ruisseaux, des rivières, des marais, des ravins et des défilés séparent les lignes ou autres divisions de l'armée.

tenu d'une réserve de cavalerie; et réciproquement il faut toujours que de l'infanterie ou de l'artillerie soient à portée de soutenir la cavalerie.

Il faut suppléer à l'infériorité d'une arme par la supériorité de l'autre.

« La supériorité d'une arme sur l'autre n'est d'aucune considération pour un général habile et expérimenté, dit Folard. »

Tous les auteurs militaires sont convenus de la nécessité que l'infanterie et la cavalerie se soutiennent mutuellement[1]; mais ils diffèrent entre eux dans les moyens de le mettre en pratique. Lorsqu'on a de la cavalerie inférieure en nombre ou en qualité, quelques-uns proposent de mélanger alternativement les bataillons et les escadrons, ou bien de

1. « Je suis persuadé, dit le maréchal de Saxe, que toute troupe qui n'est point soutenue est une troupe battue, et que les principes que nous en a donnés M. de Montécuculi dans ses *Mémoires*, sont certains. — Il dit qu'il faut toujours soutenir l'infanterie avec de la cavalerie, et celle-ci avec de l'infanterie. Nous n'en faisons cependant rien; nous mettons toute la cavalerie sur les ailes, qui n'est soutenue que par de la cavalerie, et toute l'infanterie dans le centre soutenue par de l'infanterie. Et comment soutenue? de cinq ou six cents pas de distance.

« Cette position seule intimide vos troupes, sans en savoir la raison; car tout homme qui ne voit rien derrière lui pour le soutenir et le secourir est à demi battu, et c'est ce qui fait que souvent la seconde ligne lâche le pied, pendant que la première combat.— J'ai vu cela plus d'une fois, et, je pense, bien d'autres que moi; mais personne n'en a peut-être cherché la raison : elle est dans le cœur humain. »

placer seulement des pelotons d'infanterie dans les intervalles des escadrons.

Gustave-Adolphe employa cette méthode avec succès à la bataille de Leipsic, le grand Condé à Rocroy, Turenne à Sintzheim, Ensheim.

Ces autorités n'empêchent pas d'autres militaires de réprouver absolument le mélange[1]. Voici leurs raisons :

Si une ligne ainsi mélangée est obligée de faire un mouvement en avant ou en arrière, la cavalerie perdra la protection qu'elle reçoit de l'infanterie en la devançant par la célérité de sa marche, ce qui formera évidemment deux lignes. Si l'ennemi en attaque une sur-

1. « La faiblesse de cet ordre, dit le maréchal de Saxe, intimide seule ces troupes d'infanterie, parce qu'elles sentent qu'elles sont perdues, si la cavalerie est battue ; et cette cavalerie, qui s'est flattée de leur secours, dès qu'elle fait un mouvement un peu brusque (ce qui est de son essence), ne les voyant plus, est toute déconcertée. Si votre aile de cavalerie est battue, l'ennemi vous prend toute à l'aise en flanc et cela dans le moment. D'autres lardent l'infanterie avec des escadrons de cavalerie. Lorsque l'infanterie ennemie vient vous attaquer, elle tire également sur ces escadrons comme sur l'infanterie ; il y a des chevaux de tués, la confusion s'y met bientôt, ces troupes de cavalerie lâchent le pied ; il n'en faut pas davantage pour faire tourner la tête à l'infanterie et la faire fuir aussi. — Que feront ces escadrons ainsi placés ? S'abandonneront-ils sur l'infanterie ennemie, ou bien resteront-ils comme des termes, combattant de pied ferme, l'épée à la main, contre des gens qui viennent les attaquer à la baïonnette ? Veut-on qu'ils s'abandonnent sur cette infanterie ? S'ils sont repoussés, comme il y a grande apparence, ils se renverseront sur votre infanterie, et la mettront en désordre, parce qu'ils retrouveront difficilement leurs intervalles. »

le-champ avec avec un front contigu, il la culbutera; et la seconde, trop faible pour en imposer à l'ennemi, deviendra inutile et sera elle-même entraînée dans la fuite. Il y a cependant des circonstances qui peuvent nécessiter le mélange des armes, c'est à la sagacité du général à les prévoir, et il est impossible de rien déterminer à cet égard[1].

Le front de l'armée ne doit être ni trop étendu ni trop resserré. Dans le premier cas, il est difficile de pouvoir être assez également fort partout pour ne pas courir risque d'être enfoncé avec facilité; et dans le second, on serait exposé à être débordé par l'ennemi. Il vaut beaucoup mieux diminuer le front de l'armée,

1. Mais ce mélange des armes ne doit pas se faire en entrelaçant sur une même ligne infanterie et cavalerie, ainsi que plusieurs écrivains militaires l'ont prétendu, et quelques généraux l'ont exécuté à leur grand détriment. Un pareil engagement ne vaut rien, à moins que des circonstances locales, jointes à d'autres tout à fait particulières, ne le rendent sur quelques parties du front utile et raisonnable. Excepté ces cas très-rares, une telle disposition n'aboutit qu'à embarrasser une arme par l'autre, à anticiper la destruction de la cavalerie, et à exposer surtout l'infanterie à être enveloppée et taillée en pièces dès que la cavalerie l'abandonne. Ces deux armes peuvent bien et doivent se soutenir, se protéger et s'entre-secourir mutuellement et successivement, mais elles ne peuvent pas manœuvrer ni combattre en même temps ensemble. Il faut donc établir un ordre par lequel l'infanterie et la cavalerie puissent se donner réciproquement tout le secours et l'appui nécessaires, sans qu'il en résulte le moindre embarras ou inconvénient. C'est ce que je présume faire en attachant de la cavalerie à chaque brigade d'infanterie et la plaçant en réserve dans l'interligne. Le terrain et les circonstances décideront si chaque troupe de cavalerie restera derrière

pour augmenter les réserves, que de vouloir occuper un terrain égal à celui de l'ennemi, surtout si l'on est inférieur.

Une disposition en rase campagne doit être également forte dans toutes ses parties. Car, dit le roi de Prusse : « les mouvements de l'ennemi y étant « libres, il pourrait bien se réserver un corps de « troupes qu'il emploierait à vous donner de la be- « sogne. »

La disposition doit être ordonnée de manière qu'on puisse la changer avec facilité suivant les circonstances.

Si en formant son ordre de bataille on rencontre un ravin, un ruisseau, un marais qui en couvre une

sa brigade, ou viendra se réunir, pour être distribuée en trois réserves, derrière le centre et les deux ailes de la première ligne. La disposition de la seconde ligne en colonne, la met à même de couvrir les flancs de l'ordre de bataille, de protéger le ralliement d'une cavalerie repoussée et battue, et de se porter plus facilement au soutien de la première ligne. La cavalerie attachée aux brigades de cette seconde ligne devrait être partagée en trois corps. L'un serait derrière les colonnes du centre de la seconde ligne, et les deux autres placés en ligne de bataille, sur les flancs extérieurs des colonnes des ailes, de manière à déborder les ailes de la première ligne ; les appuyant de batteries légères, je crois que l'on aurait un dispositif qui réunirait la légèreté des mouvements nécessaires à l'offensive avec la solidité requise pour tout ordre défensif.

Ce sont de simples idées que je soumets au jugement de militaires éclairés ; je le fais avec d'autant plus d'espoir de mériter leur indulgence qu'ils y reconnaîtront un rapprochement des principes des plus grands maîtres, adaptés à nos temps et à notre tactique.

partie, il faut n'y laisser que les troupes absolument nécessaires, et employer les autres à renforcer les parties moins fortes du reste de la disposition.

Si l'on peut couvrir ses flancs ou une partie de son front avec des marais ou petites inondations, il faut les faire sonder avec soin pour reconnaître s'ils sont praticables. Un marais cru impraticable, et à travers lequel les alliés passèrent pour prendre l'armée française en flanc, fut en grande partie cause de la perte de la bataille de Malplaquet en 1709.

En cas que l'une des ailes ne fût pas appuyée, le général qui commande la seconde ligne doit envoyer des dragons pour déborder la première ligne sans en attendre l'ordre, et les hussards tirés de la troisième ligne viendront déborder les dragons.

A la bataille de Molwitz l'on avait placé quelques bataillons dans l'intervalle des deux lignes de l'infanterie pour mieux en assurer les ailes, la cavalerie ayant été battue, ces bataillons empêchèrent que l'infanterie ne fût entamée et arrêtèrent le succès des Autrichiens[1].

1. C'est là l'intention qui me fait disposer en colonnes les troupes de ma seconde ligne. Pour pouvoir former plus rapidement un flanc, on pourrait disposer sur les flancs extérieurs des colonnes de la seconde ligne, de petites colonnes de deux à trois bataillons de grenadiers, qui marcheraient avec distance, pour pouvoir se former par de simples conversions et couvrir de leurs feux les manœuvres que les circonstances nécessiteraient au reste de la seconde ligne.

Si l'on est obligé de combattre ayant derrière soi une rivière, un ruisseau, des marais ou prairies peu ou point praticables, il ne faut pas y adosser exactement les troupes, mais les en éloigner assez pour qu'elles aient du terrain pour se mouvoir avec aisance. Si on les postait trop près et qu'elles fussent poussées, elles seraient obligées de se jeter dans l'eau ou dans la vase, n'ayant point assez de terrain pour se rallier[1].

Il ne faut pas laisser sur les flancs ou en avant de l'armée aucune hauteur ou poste qui la commande et d'où l'ennemi pourrait vous incommoder de son artillerie. Il faut les occuper, surtout lorsqu'on peut gêner de là les mouvements de l'ennemi et prendre de revers ou d'enfilade tous les corps qu'il voudrait porter sur les autres parties de votre disposition[2].

On doit éviter que les troupes forment des angles saillants, si par la nature du terrain ou du dispositif le sommet de l'angle restait sans défense. Les angles rentrants sont infiniment avantageux lorsque leurs côtés

1. De pareilles positions sont si dangereuses que le succès d'une bataille ne saurait même justifier le général qui s'y serait exposé. Lorsqu'on laisse des bois derrière soi, il faut y poster suffisamment de troupes pour empêcher l'ennemi de les tourner, et conséquemment de vous couper la retraite.

2. Il ne sera pas nécessaire de rappeler ici qu'il ne faut jamais se poster dans une vallée à moins d'occuper les hauteurs qui la dominent.

se prêtent un secours mutuel, d'où il résulte que l'on doit éviter avec soin de donner dans les rentrants et faire en sorte d'y attirer l'ennemi.

Etablir l'artillerie sur les hauteurs qui dominent le champ de bataille et aux endroits où elle sera nécessaire. On établit autant qu'il se peut l'artillerie sur des hauteurs en pente douce afin que les tirs soient plus rasants que plongeants. Il est très-avantageux de placer à la faveur d'un rideau, d'un village, ou des élévations du terrain, quelques pièces qui prennent en flanc ou en écharpe toute une aile de l'ennemi ou une autre partie de sa disposition.

Toujours faire en sorte de pouvoir être en bataille avant l'ennemi, et chercher à le charger avant qu'il ait fini ses dispositions.

Partager ses forces et son attention, lui cacher ou lui déguiser si bien ses mouvements qu'il n'ait pas le temps de s'y opposer. Tel fut le mouvement que fit M. de Luxembourg à la bataille de Fleurus en portant sa cavalerie, à la faveur d'un rideau, sur le flanc de l'armée de M. de Waldeck ; tel était le mouvement que M. de Turenne avait commencé contre M. de Montécuculli le jour de sa mort, mouvement qui portait toute la seconde ligne sur le flanc de l'ennemi, mouvement que l'impéritie seul de ses successeurs empêcha d'achever.

Il faut enfin tromper l'ennemi par des mouvements qui cachent longtemps vos desseins et vous mettent à même de changer votre disposition en une autre totalement différente, au moyen d'une manœuvre simple et rapide. A ces règles on pourrait encore ajouter le soin et l'attention de disposer ses troupes, s'il est possible, de manière qu'elle aient le soleil à dos et que le vent ne leur porte pas dans les yeux la poussière et la fumée.

Ces règles générales se subdivisent en d'autres relatives à l'espèce de combat, c'est-à-dire selon que l'on donne ou reçoit la bataille.

Principes des dispositions offensives.

On appelle disposition offensive celle que l'on forme pour attaquer l'ennemi.

Il y a un avantage réel à aller le combattre, surtout lorsqu'il est posté, car l'on peut alors se ranger sans précipitation, rectifier son dispositif, si l'on y reconnait quelques défectuosités, et n'engager le combat que quand on le juge à propos.

Il faut dans une disposition offensive suivre les principes suivants.

1° Attaquer avec la partie la plus forte de votre disposition l'endroit le plus faible de celle de l'ennemi ou celui dans lequel on doit trouver le moins de ré-

sistance. La plus grande difficulté de cette opération consiste à combiner ses mouvements de manière que l'ennemi ne puisse s'y opposer ni même deviner quel est leur but, avant que l'affaire ne soit engagée.

2° Occuper l'ennemi sur tout son front, de manière à ce qu'il ne puisse détacher pour renforcer les endroits attaqués et faire les plus grands efforts aux en droits par où l'on peut pénétrer.

3° N'attaquer jamais une armée postée avec une égale vivacité sur tout son front, parce que, si l'on est repoussé dans une partie, les troupes voisines, qui s'en aperçoivent, se rebutent et l'armée entière peut être découragée.

4° Essayer de déborder l'ennemi, soit en lui faisant glisser le corps de réserve sur un de ses flancs, soit en faisant prolonger sa première ligne par des troupes de la seconde, en un mot profitant des avantages du terrain pour faire combattre à la fois un plus grand nombre de troupes que l'ennemi peut en opposer.

5° Lui préparer des embuscades. Ceci peut se faire de plusieurs manières. On feint une faute dans sa disposition, comme de dégarnir ou de laisser un vide quelque part, s'il en veut profiter, on le charge avec des troupes destinées à cet effet et dont on lui a dérobé la connaissance. Ou bien l'on tâche, au moyen d'un mouvement rétrogade d'une partie quelconque

de l'armée, d'attirer l'ennemi sous le feu de corps caché dans quelques lieux couverts destinés à le prendre en flanc et à dos. Tel fut le mouvement du général Moreau à la bataille d'Hohenlinden le 3 décembre 1800. Après avoir tenu tête à l'armée de l'archiduc Jean, le 1er et le 2, il fit un mouvement en arrière, qui fut pris pour une retraite. A peine les Autrichiens se furent-ils ébranlés pour le poursuivre, que deux divisions, postées dans les bois et défilés de Hohenlinden et de Saint-Christophe, les prirent en flanc et à dos et décidèrent le succès.

6° Tourner l'ennemi et entreprendre sur ses flancs et ses derrières.

Ces sortes de manœuvres demandent une grande justesse dans leur combinaison, car si les troupes s'égarent ou si leur marche est retardée par la difficulté des chemins, par un orage qui, grossissant une rivière ou les ruisseaux, les rendent plus difficiles à traverser qu'on ne l'avait cru, elles peuvent se découvrir trop tôt ou trop tard. On ne doit tourner l'ennemi que par des corps spécialement destinés à cet objet. Il serait dangereux d'y employer des troupes tirées des parties qui peuvent en venir aux mains; en les affaiblissant ainsi l'on donnerait probablement la supériorité à l'ennemi. Quand même on parviendrait à cacher à l'ennemi la marche des

corps qui veulent entreprendre sur ses flancs et ses derrières, celui qui commande cette expédition ne doit pas pour cela cesser de se conduire avec beaucoup de circonspection.

Les troupes arrivées à leur destination, on les cache à la faveur d'un bois ou d'une colline, on les dispose de manière à ce qu'elles puissent déboucher sur l'ennemi avec promptitude au moment convenu.

7° Dégarnir subitement une partie de la disposition, en renforcer quelque autre avec les troupes qu'on en tire et tomber sur l'ennemi sans lui donner le temps de faire soutenir les endroits que vous attaquez.

8° N'entreprendre que le moins possible contre les villages ou les postes fortifiés qui couvrent le front d'une armée, car, dit le roi de Prusse, on y risque l'élite de son infanterie et il est bien rare qu'on ne puisse, par quelques mouvements bien combinés[1],

1. A Raucoux, en 1745, les alliés avaient pris un camp défectueux. La communication de leur droite à leur gauche était coupée par un ravin. La nuit qui précéda la bataille, au lieu de replier leur gauche de l'autre côté du ravin, ils restèrent dans cette position et y attendirent le combat. M. le maréchal de Saxe ne profita pas de cette faute de l'ennemi, il déboucha droit sur Raucoux et sacrifia l'élite de son infanterie pour forcer un village dont la prise n'était pas nécessaire au succès de la bataille. Un autre général aurait profité de la mauvaise position de l'ennemi pour porter tous ses efforts sur leur gauche, en tenant en échec leur droite, pour l'empêcher de détacher au secours de la portion au-delà du ravin. Le terrain était constitué de manière qu'il dé-

agir sur des ailes de l'ennemi et le forcer à prendre une position qui rende nuls ses préparatifs défensifs[1]. »

9° N'attaquer jamais faiblement un poste dont il importe de chasser l'ennemi, mais y employer au contraire autant de troupes qu'il en faudra pour l'emporter avec la plus grande promptitude. Les tâtonnements sont dangereux, parce que, comme il est presque toujours nécessaire de renforcer en détail et successivement les troupes qui combattent, on y perd beaucoup plus d'hommes et de temps que dans une attaque vigoureuse[2].

terminait cette manœuvre. Par des fonds on pouvait s'avancer à couvert, jusqu'au pied d'un rideau qui n'était pas défendu par les meilleures troupes de l'ennemi, et qui dominait et prenait de revers toute sa position.

Tout en rendant justice aux grands talents du maréchal de Saxe, tout en convenant qu'il fut un des premiers à éclairer les ténèbres de la tactique moderne et à en accélérer la perfection, il est impossible de trouver qu'il ait déployé dans ses batailles le même talent qu'il montrait dans ses marches et mouvements. Suivant la maxime du grand Condé : *qu'une nuit de Paris réparerait tout cela*, il n'a jamais acheté ses succès qu'à force de morts. Des manœuvres lui eussent souvent sauvé des attaques difficiles et coûteuses. Jamais il ne les essaya, et pour me servir de l'expression judicieuse d'un grand homme, qui a parcouru tous ses champs de bataille : *Il attaqua toujours le taureau par les cornes*.

1. Telle était la disposition de la bataille de Kollin. Jamais manœuvre ne fut plus sagement combinée. Si l'armée du roi avait suivi son avant-garde, et que, longeant le front inattaquable de la position des Autrichiens, elle fût venue se placer sur leur droite, dont on avait déjà déposté le corps de Nadasti, l'armée du général Daun eût éprouvé une défaite complète, d'autant plus glorieuse pour les troupes prussiennes, qu'elles étaient très-disproportionnées en nombre.

2. Dans une attaque de poste ou de batteries établies pour ap-

10° Se ménager une ou plusieurs réserves pour les envoyer pendant le combat aux endroits où l'on se propose de faire un grand effort.

11° Ne passer jamais un ruisseau ou un ravin pour attaquer l'ennemi posté de l'autre côté, de peur qu'il ne profite du désordre que ce mouvement cause parmi les troupes pour les charger avec avantage. On s'écarte de cette règle quand l'ennemi en est trop éloigné pour pouvoir vous joindre avant qu'il y ait assez de monde en ligne pour lui résister[1].

puyer le front ou les ailes d'une armée, il n'y a rien de si redoutable que les batteries chargées à mitraille. A Torgau, une batterie autrichienne foudroya plusieurs bataillons prussiens, et à Kesselsdorff, l'attaque du village coûta leur meilleure infanterie. Ces deux batailles ont donné au roi Frédéric II l'idée d'une disposition pour l'attaque soit d'un village ou d'une batterie qu'il faudrait emporter et que l'on ne pourrait tourner :

« J'ai remarqué, dit-il, que le feu du canon et de l'infanterie qui soutient la batterie, la rend inabordable. Nous ne nous sommes emparés des batteries de l'ennemi que par sa faute. Notre infanterie était à moitié écrasée, commençait à plier, l'infanterie ennemie la voulant poursuivre quitta son poste. Par ce mouvement leur canon n'osait plus tirer, et nos troupes, qui talonnaient alors l'ennemi, arrivèrent en même temps avec lui aux batteries et s'en rendirent maîtres. L'expérience m'a fourni l'idée qu'il faudrait suivre en pareil cas l'exemple de ce que nos troupes ont fait, et former son attaque sur deux lignes ou en échiquier, soutenue en troisième de quelques escadrons de dragons.

« On donnera l'ordre à la première ligne de n'attaquer que faiblement, de se retirer par les intervalles de la seconde, afin que l'ennemi, trompé par cette retraite simulée, se mette à poursuivre et abandonne son poste.

« Ce mouvement sera le signal de marcher en avant et d'attaquer vigoureusement. »

1. Si à la bataille d'Hochstett, les Français avaient eu leur

Si l'on avait alors un ruisseau à traverser, il faut faire jeter dessus une grande quantité de ponts aussi larges que l'on peut. S'il n'est pas profond, on fait aplanir en pente douce les parties des bords qui sont escarpées, la cavalerie et l'infanterie le passent à gué ; on établit seulement de distance en distance quelques ponts pour faciliter le transport de l'artillerie.

Dispositions défensives.

On appelle dispositions défensives celles que l'on forme pour recevoir la bataille.

Lorsqu'on est déterminé à attendre l'ennemi dans un poste et que les dispositions sont faites en conséquence, on ne peut s'en éloigner sans renoncer à presque tous ses avantages. Il y a cependant des occasions où il est avantageux de quitter son poste pour

troupe plus à portée du ruisseau qui séparait les deux armées, les alliés n'auraient pas osé en tenter le passage, ou s'ils l'avaient fait, on eût été à même de les charger lorsqu'ils n'avaient que peu de monde au-delà. Dans une pareille situation, de la défense du ruisseau dépend le maintien de sa position et le succès du combat. A la bataille de Cassel, en 1674, M. le prince d'Orange s'étant avancé pour secourir Saint-Omer, commit la même faute dans l'emplacement qu'il choisit pour recevoir le combat. Au lieu de mettre toute l'infanterie de sa première ligne sur le bord du ruisseau, il n'en soutint les bords qu'avec des corps détachés, et plaça sa première ligne à mi-côteau d'une hauteur qui s'élevait en arrière de ce ruisseau. Les Français forcèrent le passage, et s'étant formés au-delà, poussèrent toute l'armée ennemie embarrassée dans ses mouvements par la déroute des corps qui avaient dû soutenir le ruisseau,

marcher à l'ennemi et déjouer ainsi ses dispositions offensives[1].

Il faut, dans une disposition défensive :

1° Assurer ses derrières avec soin et bien appuyer ses flancs[2]; si l'on reçoit la bataille, il est très-avantageux (surtout dans une plaine) de rencontrer un village, un ravin, quelques hauteurs où l'on puisse appuyer ses flancs.

Lorsque le terrain ne fournit aucun point d'appui, il faut y suppléer par des redoutes, des retranchements. S'il est impossible de mettre ces moyens en usage, on y fait servir les troupes mêmes. On en place des réserves (en potence entre les deux lignes) aux extrémités des ailes.

Quand une armée a les flancs appuyés à des bois, il faut les couvrir d'abatis garnis de troupes, et abattre les arbres au loin en avant (au moins à la demi-portée du fusil), pour que l'ennemi ne puisse approcher à couvert. Il est en outre nécessaire d'avoir de fortes et

1. Combien de fois dans la guerre de la Révolution française les armées républicaines n'auraient-elles pas été embarrassées, si les Autrichiens, au lieu d'attendre leurs attaques, eussent marché au-devant d'elles et les eussent attaquées sur le terrain intermédiaire. Les Français n'avaient pas reconnu ce terrain ; leur tactique, encore dans l'enfance, ne leur eût pas permis de le mettre aussi promptement à profit que les troupes alliées qui étaient si manœuvrières.

2. Dans la dernière retraite des Pays-Bas, en 1794, le flanc gauche des Autrichiens fut tourné plusieurs fois de suite par les Français.

nombreuses patrouilles dans le bois pour éclairer les démarches de l'ennemi et n'être pas surpris. Lorsque le bois est assez épais pour que l'ennemi ne puisse venir à vous que par les routes ordinaires, il suffit alors de les garder ou de les rendre impraticables. S'il est clair-semé on doit y profiter assez de troupes pour être préparé à tout événement.

Si l'on est appuyé à des montagnes, il faut non-seulement en occuper le sommet, mais encore en embarrasser les endroits par où l'ennemi pourrait en tourner la pente.

Si l'on veut s'appuyer à une rivière, on doit observer auparavant s'il n'y a pas de l'autre côté des hauteurs qui commandent votre emplacement et où l'ennemi pourrait établir de l'artillerie.

2° Ne laisser, devant ou près de l'armée, aucun bois d'où l'ennemi puisse déboucher et attaquer à l'improviste. Il faut au contraire faire en sorte de les avoir derrière soi; rien n'étant plus avantageux pour favoriser la retraite, pour peu que l'on ait pris les moindres précautions.

Si l'ennemi occupe des bois en avant de votre front, s'en éloigner assez pour que les batteries qu'il établira au bord de ce bois ne vous incommodent pas et qu'il ne puisse attaquer en débouchant, qu'il soit obligé de faire sa disposition à découvert. Lorsqu'il

se trouve des bois sur le front de l'armée, il faut y élever des redoutes de distance en distance et faire des abatis entre elles.

Si l'on a sur son front un ravin, une rivière ou un ruisseau guéables, dont on veut empêcher le passage, s'y poster à la petite portée du canon, si le terrain est bien uni [1]; mais s'en approcher autant que l'on pourra, s'il s'y trouvait la moindre chose qui pût couvrir les mouvements de l'ennemi.

S'il se rencontre sur le front ou sur le flanc de l'armée des villages, maisons, enclos, haies, on les fortifie et on y porte de l'infanterie. On ne doit jamais dégarnir les espaces intermédiaires de ces postes, à moins que leurs feux ne s'y croisent ou qu'il soit possible d'arriver assez tôt en force pour s'opposer à l'ennemi s'il voulait y pénétrer. On a soin de brûler ou d'abattre les villages, maisons, murailles ou haies trop éloignées de la ligne, pour qu'on puisse les défendre ou les soutenir facilement ; car alors elles serviraient à favoriser l'ennemi et à masquer ses manœuvres. Il faut rendre inattaquable une ou plusieurs parties de la disposition, ou, ce qui est la même chose, diminuer les points d'attaque de l'ennemi autant qu'il sera possible.

1. De forts corps de cavalerie doivent être postés de distance en distance pour tomber sur toutes les têtes de colonnes que l'ennemi voudrait porter au-delà du ruisseau pour vous attaquer.

Les postes les plus avantageux sont ceux d'une médiocre étendue, où il est possible de réduire l'ennemi à un ou deux points d'attaque déterminés, sans qu'il puisse rien entreprendre contre le reste de l'armée.

3° Il faut se ménager des réserves pour les employer à soutenir les parties les plus menacées.

Quand on combat sur un front parallèle à celui de l'ennemi, que les ailes sont bien appuyées, mais que l'ennemi se dispose à attaquer le centre, pour, en le perçant, séparer les ailes, il faut renforcer le centre de manière qu'il ne puisse y parvenir [1].

« Il en est d'une armée ouverte au centre, dit Folard, comme d'une chaîne qui ferme un pont et dont on couperait les chaînons du milieu. Il n'y a plus de remède. Il faut que tout passe et tout suive. L'armée se trouvant ainsi séparée à ses ailes, l'une ne saurait aller au secours de l'autre.

4° Ne jamais mettre toute sa confiance dans un seul poste, parce qu'il peut être forcé.

5° Enfin comme, quand on reçoit la bataille dans une position qu'on a jugée favorable ou nécessaire à maintenir, l'essentiel est de l'avoir forcé à se replier,

1. Il faut chercher, autant que possible, à établir un juste équilibre de résistance sur toute l'étendue de son front; les parties que la nature ne fortifia pas suffisamment doivent recevoir un complément de force en y augmentant le nombre des troupes.

il ne faut pas se laisser tromper par une retraite simulée, car l'ennemi aurait pu donner ordre à la première ligne de n'attaquer que faiblement et de se retirer par les intervalles de la seconde, afin que, trompé par cette retraite simulée, vous vous mettiez à le poursuivre et abandonner votre poste, dont il s'emparerait en faisant brusquement volte-face et vous attaquant assez vivement pour arriver avec vous dans la position. Il faut donc se contenter de faire suivre l'ennemi par quelques corps de cavalerie pour éclairer la retraite, et le reste de l'armée doit se maintenir sur la position toujours en mesure de soutenir une nouvelle attaque. Ce fut cette faute qui fit perdre aux Saxons la bataille de Kesselsdorff. Ils avaient soutenu avec la plus grande valeur leur position, mais ayant été trompés par un mouvement des Prussiens, et s'étant portés trop vivement à leur poursuite, ils furent reçus si brusquement et reconduits avec tant de vigueur qu'on entra avec eux dans leur poste d'où ils furent bientôt délogés.

Je crois qu'il sera inutile de répéter ici combien la connaissance topographique du terrain environnant le champ de bataille est indispensable au général qui reçoit le combat. M. de Waldeck fut battu à Fleurus pour n'avoir pas reconnu et fait observer le rideau qui se trouvait en avant de sa gauche. M. le maréchal de

Créqui perdit la bataille de Consarbrück pour avoir négligé de reconnaître la rivière qui était devant son front, et que les ennemis passèrent avec autant de facilité que de promptitnde, à deux gués qu'il avait ignorés.

De l'Action.

Jusqu'à présent je n'ai parlé que des règles, maintenant il faut venir à la manière de les employer.

Toute bataille étant, comme nous l'avons déjà expliqué plus haut, fondée sur la connaissance du terrain, il est donc nécessaire que le général, avant de faire ses dispositions, fasse reconnaître le pays aux environs du champ de bataille, et aille lui-même reconnaître l'ennemi. C'est à force ouverte que l'on fait cette reconnaissance. Elle s'exécute en plein jour. On y destine une partie de la cavalerie, dont les troupes légères font l'avant-garde et couvrent les flancs. Arrivé à une distance convenable des grands-gardes de cavalerie ennemie, on fait former ses troupes et pousser vigoureusement par les troupes légères les petits postes de l'ennemi, afin d'obliger ces postes à quelques mouvements dont on profite pour estimer la force de l'armée, et gagner la facilité d'approcher et de bien voir.

Pour peu que celui qui reconnait s'arrête trop, il

doit s'attendre à avoir sur les bras les troupes légères et même les piquets de cavalerie de l'ennemi. Alors la retraite en général (mais surtout celle de l'arrière-garde) devient difficile. Il faut la faire soutenir, mais toujours avec beaucoup de prudence, car il serait souvent dangereux d'engager un combat. Quand il faut pousser ses reconnaissances un peu avant, il est fort sage d'amener avec soi quelque infanterie et des pièces légères d'artillerie (tirées par de doubles attelages) pour les placer sur les rideaux ou autres accidents du terrain qui y seraient favorables. Un modèle de reconnaissance d'armée et de manœuvres de cavalerie, se retirant devant toute celle de l'armée ennemie, bien supérieure en nombre, est celle exécutée devant l'armée française la veille de la bataille de Rosbach. M. de Seydlitz avança à la tête de la cavalerie prussienne. Ses belles et brillantes manœuvres en imposèrent tellement à la cavalerie française qu'elle n'osa l'attaquer, et après avoir rempli son but, il se retira devant elle en arrière d'un défilé, qu'il passa avec une célérité qui tenait de la magie.

L'ennemi ayant été reconnu, le général, d'après la force de l'armée ennemie et la position qu'elle occupe, fait ses dispositions et les donne par écrit aux généraux commandants de chaque corps. Elles doivent

être courtes, claires et précises ; tous les cas doivent y être prévus [1].

Malgré ces dispositions générales [2], les généraux commandant les différents corps ont encore beaucoup d'attentions à apporter dans la conduite de leurs colonnes, pour assurer le succès de l'ensemble, et sans leur valeur et leur attention, les meilleures dispositions du monde ne pourraient être exécutées. Combien de batailles perdues, de succès balancés, d'hommes de tués par les tâtonnements ou les fautes d'un général commandant une colonne.

La bataille de Nerwinde fut sur le point d'être

1. En voici un exemple : la colonne du Gl..., forte de..., prendra les armes à telle heure et marchera par la droite (ou la gauche si cela doit être); elle s'avancera sur tel point, et y attaquera l'ennemi. Si son attaque réussit, elle se maintiendra dans la position emportée, jusqu'à ce qu'elle ait des nouvelles des deux colonnes ses voisines de droite et de gauche; quand elles seront à hauteur, alors elle poursuivra ses avantages et attaquera successivement les positions de l'ennemi. Mais elle laissera une réserve sur le premier emplacement emporté pour assurer sa retraite, en cas qu'elle vînt à y être contrainte. Si la première attaque ne réussit point, le chef de la colonne, après avoir fait tout ce qui dépend d'un homme de cœur, se fera renforcer par la réserve la plus à portée, et recommencera l'attaque; si elle ne réussit pas mieux à ses nouveaux efforts, il en fera avertir le général en chef, qui enverra les ordres ultérieurs.

2. Je ne crois pas qu'il existe une bataille où les dispositions, pour tous les cas, aient été mieux prévues que celles que donna S. A. R. le prince Henri, pour la bataille de Freyberg, le 29 octobre 1762. Elles méritent les plus grandes louanges. Si le général Hulsen, qui avait ordre de passer la Mulda au gué de Rothenfurth, eût exécuté cet ordre, l'armée autrichienne eût eu infiniment de peine à se replier.

perdue par la faute d'un général. M. de Luxembourg avait ordonné que sa droite attaquât le centre et la gauche de l'ennemi, dans le moment que l'on verrait prospérer l'attaque du village de Nerwinde, village qui, avec celui de Romsdorf, était retranché en avant du front de l'arméo ennemie. L'armée française était obligée à les forcer avant d'attaquer le front de M. le prince d'Orange, que l'on ne pouvait aborder sans avoir enlevé ces deux villages, qui auraient pris en flanc toute troupe qui aurait voulu s'avancer par leur trouée. Cet ordre ne fut point exécuté par le général qui commandait la droite des Français. Les troupes françaises qui étaient entrées un peu trop en désordre dans Nerwinde, et qui n'avaient pas eu la précaution de se placer dans tout le travers du village du côté de l'ennemi, en furent chassées par l'infanterie ennemie de la gauche, qui se déposta du front du retranchement pour aller faire cette attaque.

Ce mouvement était vu de la droite des Français; il fut proposé au général qui les commandait d'en profiter en faisant sur-le-champ attaquer le retranchement qui venait d'être en partie dégarni de l'infanterie qui avait marché pour reprendre Nerwinde. Ce fut en vain, il refusa cette attaque, qui eût vraisemblablement décidé dès le moment même du gain de cette bataille.

Le village de Nerwinde fut de nouveau attaqué et repris par M. de Luxembourg, mais les troupes ne purent s'y maintenir, parce que ceux qui les commandaient ne surent pas mieux les poster. Elles furent chassées une seconde fois par la même infanterie de la gauche des ennemis, qui se déplaça de nouveau pour faire cette attaque. Ce qu'elle fit aussi impunément que la première fois, le général commandant la droite de l'armée française ne voulant pas se décider à attaquer la gauche et le front du retranchement dans le temps qu'il voyait que l'ennemi le dégarnissait.

M. de Luxembourg étant venu prendre des troupes de l'aile droite pour recommencer une troisième attaque, et le général qui commandait cette aile ayant marché avec elles, M. de Feuquières resta commandant de cette droite. Le village ayant été nouveau emporté, et l'ennemi, fier de l'impunité avec laquelle il en avait deux fois rechassé les Français, ayant recommencé le même mouvement, M. de Feuquières le laissa marcher et se porta vivement sur le retranchement qu'il força avant que le corps d'infanterie qui en était sorti pût y revenir; et ce fut positivement ce mouvement qui décida le gain de la bataille.

A l'affaire de Kaiserslautern du 23 mai 1794, affaire brillante que le feld-maréchal Mollendorff gagna sur les Français, les dispositions étaient très-belles,

très-claires, bien concertées; mais un général qui commandait une colonne qui devait tourner les Français pendant l'affaire et rendre leur retraite très-difficile, par trop de lenteur n'arriva pas à temps.

Les généraux chefs de colonnes ne peuvent donc trop apporter de soin non-seulement à exécuter ponctuellement les ordres de la disposition générale, mais encore chercher à profiter de toutes les fautes de l'ennemi.

L'heure venue [1], l'armée ayant pris les armes se met en marche [2].

1. Si l'on avait détaché un corps pour agir pendant l'action sur les flancs ou les derrières de l'ennemi, il faudrait combiner le moment de son attaque d'après le temps qu'il lui faudrait pour se trouver sur le point où il doit agir, c'est dans le concert des mouvements que gît le succès des batailles.

1. Si le pays est ouvert, on marche à l'ennemi sur le plus de colonnes que l'on peut. Les officiers-généraux qui conduisent ces colonnes doivent marcher à la même hauteur et faire de temps en temps halte pour ne pas se dépasser.

Si le pays est coupé, qu'il y ait des défilés, chaque colonne a à sa tête ses travailleurs. Les officiers qui les conduisent s'envoient avertir quand ils s'arrêtent. S'il n'y avait qu'un chemin (ce qui n'arrive guère), il faudrait en faire ouvrir de droite ou de gauche pour marcher sur plus d'une colonne; ou bien il faudrait être certain de trouver au sortir du défilé une plaine assez éloignée de l'ennemi, pour avoir le temps de se former avant qu'il puisse arriver sur vous. Car, si cela ne se rencontrait pas, il serait imprudent de tenter une pareille marche, l'ennemi pouvant défaire votre avant-garde, avant que le reste de vos troupes pût le secourir.

L'armée, en arrivant sur le terrain, se met en bataille suivant l'ordre réglé par le général. Les colonnes se déploient de droite et de gauche.

Le général pendant l'action doit se placer dans un lieu d'où il puisse voir commodément, et avec sûreté pour sa personne, l'effet des premières attaques, afin d'envoyer ses ordres pour faire avancer les troupes victorieuses ou faire soutenir celles qui ont plié. Il est cependant indispensable quelquefois qu'un général aille ranimer les troupes par sa présence. Lorsqu'il a médité une manœuvre importante à une aile ou ailleurs, il fera bien de la diriger lui-même et de ne s'en rapporter à personne du soin de l'exécution.

Il ne faut point commencer la bataille, autant qu'il est possible, avant que toute l'armée soit totalement en bataille. Mais il ne faut pas trop s'y astreindre, l'occasion présentant souvent des avantages que l'on perdrait mal-à-propos en ne se hâtant pas de les saisir.

L'armée étant arrivée à portée de celle de l'ennemi, si celle-ci est appuyée à des villages et qu'ils ne puissent être tournés, il faut les faire attaquer par de bonne infanterie soutenue de réserves. Ces attaques toujours sanglantes doivent être évitées autant que possible et n'être tentées qu'à la dernière extrémité. Le moyen le plus sûr et le plus court de les emporter est de les foudroyer avec du gros calibre et d'y mettre le feu à force d'obus.

Il faut à mesure qu'on pénètre dans les villages ouvrir les haies et murailles et tâcher de se procurer un

front suffisant pour arrêter l'ennemi s'il revenait à l'attaque. Il faut ouvrir des communications de droite et de gauche des vergers qu'on occupe, et continuer cette manœuvre à mesure qu'on avance. Car si les troupes se contentent de chasser l'ennemi des rues, et négligent d'occuper les vergers de droite et de gauche et de se faire un front de la largeur du village, l'ennemi, qui a fait de son côté des ouvertures dans les vergers, viendra par ces ouvertures prendre en flanc les troupes qui ont pénétré et réussira sans peine à les mettre en fuite.

S'il est possible de tourner ces villages et de couper leurs communications avec la ligne, cela vaut beaucoup mieux. Alors, il faut les éviter et essayer de battre les troupes intermédiaires; si l'on y parvient, continuer de les pousser sans s'inquiéter des postes qu'on laisse derrière soi puisqu'ils tombent ensuite d'eux-mêmes. On doit seulement les faire bloquer par un nombre de troupes suffisant pour empêcher celles qui les défendent de se retirer [1].

Lorsque le moment de combattre est venu, les troupes doivent s'avancer sur l'ennemi. Si c'est en colonne, les bataillons ou divisions doivent se suivre de près

1. A la bataille d'Hochstett, ce fut un pareil mouvement qui assura la victoire à l'armée alliée, et lui fit faire un nombre si prodigieux de prisonniers.

pour pouvoir se déployer plus promptement. Quand on marchera de front les bataillons garderont bien leurs distances, afin de ne pas trop se serrer ni s'ouvrir. Les troupes doivent observer de marcher lentement, de ne point se rompre, mais surtout de ne point tirer. On doit empêcher une troupe qui marche à l'ennemi de tirer. Outre que le feu de la mousqueterie est peu redoutable, il met de la confusion dans les rangs et retarde la marche[1]. Lorsque la troupe est arrivée à 40 ou 50 pas de l'ennemi, alors elle peut, de pied ferme, faire une décharge, redoubler le pas et tomber à la baïonnette; c'est la meilleure façon d'attaquer.—Le feu ne doit être employé que lorsqu'on ne peut joindre l'ennemi, ou que, le trouvant trop bien posté, on veut d'abord, à force de feux, lui faire essuyer assez de pertes pour pouvoir ensuite le déloger plus facilement. — Mais cette marche des troupes contre l'ennemi doit être protégée par les batteries de gros canon, que l'on place sur les hauteurs et rideaux favorables à son effet, et par les pièces de bataillons placées à 40 pas en avant du front des troupes[2].

Lorsque la première ligne s'avance, soit en entier, soit

1. D'ailleurs ce n'est pas le nombre d'ennemis tués qui donne la victoire, mais le terrain que vous avez gagné.

2. A cinq cents pas de l'ennemi les pièces seront tirées par des hommes.

en partie, pour l'attaque, la seconde ligne, afin de ne pas laisser de trop grands d'intervalles entre les lignes, doit marcher à la distance prescrite afin de pouvoir secourir la première. Les officiers-généraux commandant cette seconde ligne doivent surtout bien contenir leur ligne, afin que, si la première est repoussée, elle ne se laisse point effrayer par sa retraite et qu'elle attaque vigoureusement l'ennemi.

Mais comme si l'ennemi battait la première ligne et que la seconde parvienne même à le repousser, il aurait toujours l'avantage, en ce qu'une seule de ses lignes serait en désordre et que les deux vôtres seraient ébranlées. Je crois qu'il serait prudent pour cette raison de placer entre les lignes différents corps de troupes pour faciliter le ralliement de la première, rétablir le combat et maintenir intacte la seconde aussi longtemps que possible, car ce sont les dernières troupes qui combattent qui décident la victoire.

Si la première ligne a l'avantage[1], elle doit continuer à agir et aller attaquer la seconde ligne de l'ennemi. Si la victoire continue à se déclarer et que la seconde ligne de l'ennemi soit battue, le général doit pousser

1. Il faudra détacher la cavalerie contre l'ennemi aussitôt qu'on verra la confusion se mettre dans ses troupes. Ce ne sera plus alors une bataille, mais une déroute totale des ennemis, surtout s'il n'y a point de position dans le voisinage qui puisse protéger leur fuite.

les troupes battues, toujours en corps et en ligne, jusqu'à ce que le désordre y soit général[1].

Le général détache alors sa réserve ou un gros corps à la poursuite de l'ennemi. Si les troupes ne sont pas trop fatiguées, on peut faire marcher l'ennemi jusqu'au premier défilé, ou s'approcher de la première place forte sous laquelle l'ennemi pourrait vouloir se rallier et compléter ainsi sa victoire.

« A quoi servirait l'art de vaincre, si on ne sait « profiter de ses avantages, dit Frédéric II[2], répandre « du sang inutilement, mener ses soldats inhumaine- « ment à la boucherie, et ne pas poursuivre l'ennemi « dans certaines occasions pour augmenter son désor- « dre ou faire plus de prisonniers, c'est remettre au « hasard une affaire qui vient d'être décidée. Cepen- « dant le défaut de subsistances et les grandes fati- « tigues peuvent vous empêcher de poursuivre le « vaincu.

« C'est la faute du général en chef, quand il man- « que de vivres. Lorsqu'il donne une bataille, il a un « dessein, et s'il a un dessein, il faut qu'il prépare « tout ce qui est nécessaire pour l'exécution ; par con- « séquent on aura soin d'avoir du pain ou du biscuit

1. On fait avancer le gros canon et l'on en fait faire plusieurs décharges pour augmenter la terreur de l'ennemi.

2. Dans son instruction militaire.

« pour 8 à 10 jours. Pour les fatigues, si elles n'ont « pas été trop excessives, il faudra dans des jours « extraordinaires faire des choses extraordinaires. « D'ailleurs, il est bien rare d'avoir une affaire assez « générale pour qu'il n'y ait point quelques divisions « toutes fraîches pour détacher à la poursuite.

« Après une victoire remportée, je veux qu'on fasse « un détachement des régiments qui ont le plus souf- « fert; puis qu'on ait soin des blessés et qu'on les « fasse transporter aux hôpitaux qu'on aura déjà éta- « blis. On commence par soigner les blessés, sans « oublier ce que l'on doit à l'ennemi.

« En attendant, l'armée poursuivra l'ennemi jus- « qu'au premier défilé, qui, dans la première con- « sternation ne tiendra pas, pourvu qu'on ne lui « donne pas le temps de respirer.

« Quand vous aurez pourvu à toutes choses, vous « ferez marquer le camp, mais il faut que cela se fasse « dans les règles, sans se laisser endormir par la sé- « curité.

« Si la victoire a été complète, on pourra faire des « détachements, soit pour couper la retraite à l'en- « nemi, soit pour lui élever ses magasin, ou pour « assiéger trois ou quatre villes à la fois.

« Je ne puis donner que des règles générales sur « sur cet article : il faudra se régler sur les événe-

« ments. Il ne faut jamais s'imaginer avoir tout fait,
« tant qu'il y a encore quelque chose à faire, et il
« ne faut pas croire non plus qu'un ennemi un peu
« habile manque de profiter de vos fautes, quoiqu'il
« ait été vaincu. »

Dans le récit de la bataille que je viens d'esquisser, je n'ai pu prévoir tous les cas que les circonstances et les événements peuvent amener. Voici donc quelques nouveaux principes généraux qu'il faut encore observer.

Si l'on remarque quelque vide dans la ligne de l'ennemi, y faire entrer brusquement des troupes et la prendre en flanc.

Si on aperçoit que le centre de l'ennemi flotte et va plier, faire avancer des troupes de la seconde ligne pour augmenter le désordre, en observant, si on tire des troupes des réserves des ailes, d'en laisser assez pour les soutenir, si l'ennemi les attaquait.

Si, dans le courant de l'action, l'ennemi change subitement ses dispositions, ou en dégarnit quelque partie pour faire un plus grand effort ailleurs, il faut contre-manœuvrer, observant cependant de ne faire aucuns changements à sa disposition qui ne soient indispensables. Si un chemin creux, un ravin, un marais reconnu bien impraticable empêchait une partie quelconque de l'armée de joindre l'ennemi, en détacher des troupes, n'en laisser que ce qui est indispen-

sable, et employer les autres à renforcer celles qui combattent. En un mot ne jamais tirer de troupes du corps de bataille pour des emplois particuliers, à moins que des obstacles ou la disposition de l'ennemi empêchent vos troupes d'agir offensivement dans cette partie.

Si on est obligé de prêter le flanc, disposer des troupes de manière qu'elles en imposent à l'ennemi ou qu'elles prennent en flanc toutes les attaques qu'il pourrait tenter.

Que toutes les manœuvres s'exécutent avec la plus grande régularité, se ressouvenant que le moyen de faire diligemment une chose est d'y mettre beaucoup d'ordre.

J'ai supposé jusqu'ici que depuis le commencement de l'action jusqu'à la fin tout allait à souhait : que toutes les attaques réussissaient ; que les manœuvres n'éprouvaient aucuns dérangements de la part de l'ennemi ; je vais maintenant rapporter les ressources qui restent au général pour déterminer la victoire, quels que soient les efforts de son adversaire.

Il faut soutenir et rallier les troupes qui plient, les ramener à la charge, leur faire surmonter les obstacles que l'ennemi leur oppose en leur amenant à propos un renfort de troupes fraîches. Il y a des occasions où le général en chef est obligé de faire passer des troupes de la droite à la gauche, de la gauche à la droite et de

faire avancer le corps de réserve. Mais les ordres ne doivent venir que de lui.

Si l'ennemi défend trop opiniâtrement un poste, le général doit s'y porter en personne pour animer les troupes, sans s'exposer néanmoins à un danger trop éminent, à moins qu'il ne s'aperçoive de la supériorité décidée de l'ennemi ; pour lors il doit conduire lui-même les troupes. Il doit avoir surtout des aides-de-camp intelligents et n'envoyer que des ordres clairs et précis.

« A la bataille de Hohen-Friedberg, dit Frédéric II, j'ordonnai à un de mes flugeladjutants (aides-de-camp) d'aller dire au marggraf Charles de se mettre, comme le plus ancien général, à la tête de ma seconde ligne, parce que le général Kalckstein avait été détaché à l'aile droite contre les Saxons. Cet aide-de-camp fit un quiproquo, et porta ordre au marggraf de former la seconde ligne de la première ; je m'aperçus heureusement de cette méprise, et j'eus encore le temps de la réparer. »

On doit par conséquent être toujours sur ses gardes et songer qu'une commission mal exécutée peut tout gâter.

Quand il est possible de faire faire aux réserves des intervalles qu'on ouvrira subitement, cette manœuvre peut devenir très-décisive.

Quand une partie de l'armée a l'avantage et que le reste est battu, il faut faire tous les efforts pour que les troupes victorieuses culbutent promptement ce qui résiste avant d'en diminuer le nombre pour renforcer le reste, et employer en attendant la réserve pour arrêter l'ennemi dans les endroits où il aurait l'avantage. Si, ne pouvant résister à vos attaques, l'ennemi vous laisse pénétrer, il faut le charger coup sur coup. S'il plie ou prend la fuite, on doit se garder de le poursuivre inconsidérément, parce qu'il a peut-être pour but d'attirer vos troupes dans une embuscade.

S'il arrive à une aile de cavalerie, lorsqu'elle a battu celle qui lui était opposée, de se mettre toute entière à la poursuite, elle rend par là cet avantage de nul effet; car les deux partis étant chacun dépourvus d'une aile, les choses sont aussi égales qu'avant l'action, et il peut arriver que l'armée, dont l'aile a été battue, y remédie assez vite pour remporter une victoire dont votre seule imprudence vous a privé. Quand une aile ou une partie quelconque de votre armée a mis en fuite ce qui lui était opposé, il faut détacher un nombre suffisant de troupes pour empêcher les fuyards de se rallier, et mener le reste au secours de celles qui n'ont pas encore vaincu, ou tomber avec sur les flancs et les derrières de l'ennemi.

Mais si le général voyait qu'une partie de son ar-

mée fût plus vigoureusement repoussée que l'autre ne repousse celle de l'ennemi, il ne doit pas balancer à retirer le plus de troupes qu'il peut du côté où est l'avantage pour secourir le côté battu, si malgré tous vos efforts l'ennemi gagne sur vous les avantages du terrain, si par une manœuvre rapide il parvient à attaquer les endroits faibles de votre disposition, bat vos troupes et vous ôte l'espoir et les moyens de vaincre, il faut se retirer.

L'expérience et la capacité du général doivent lui faire connaître le moment qui précède la perte de la bataille, afin de prendre toutes les précautions nécessaires pour diminuer le désordre d'une fuite. L'application du général dans ce cas, et celle de tous ceux qui agissent sous lui, doit être de trouver les moyens d'empêcher une déroute générale. Il faut faire faire un effort aux troupes qui ne sont point ébranlées pour donner le temps aux autres de se rallier, ou se saisir, avec les corps de la seconde ligne, d'un poste ou d'un défilé sur lequel les troupes puissent se retirer en sûreté. Le général en chef envoie alors avertir les officiers-généraux de faire leur retraite avec les troupes à leurs ordres. Comme ce cas a dû être prévu dans les instructions, les officiers-généraux savent déjà sur quel point ils doivent se replier. C'est dans ces occasions de confusion et de troubles qu'on connaît le

danger qu'il y a de laisser derrière soi des défilés, des rivières, des ruisseaux.

Comme c'est pour assurer la retraite de l'armée qu'est fait, en quelque façon, le corps de réserve, on doit le ménager pendant le combat, pour qu'en cas de défaite cette troupe fraîche en entière puisse rétablir l'ordre, qu'on ne saurait garder quand on est rompu.

L'abandon du champ de bataille entraînant assez souvent la perte des bagages et presque toujours celle de l'artilerie, un général ne doit rester où il se sera d'abord retiré qu'autant de temps qu'il lui en faudra pour rassembler les débris de son armée. Après quoi il doit prendre un camp sûr pour y réparer ses pertes, faire venir de l'artillerie des dépôts et se faire joindre par d'autres troupes. Si la perte était si considérable qu'elle puisse entraîner celle de quelques places, il doit y jeter sa meilleur infanterie et tâcher de tenir toujours la campagne avec sa cavalerie afin d'inquiéter l'ennemi, s'il s'attache à un siége, et couvrir au moins son pays des contributions.

Si le victorieux a tellement perdu qu'il ne soit pas en état de faire de siéges et qu'il ne puisse tirer d'autre parti de sa victoire que de procurer à son armée des quartiers d'hiver dans les pays ennemis, le vaincu, en s'éloignant du vainqueur, doit se placer en lieu sûr, près de grosses villes, qui lui donnent le moyen

de rétablir son armée en artillerie, vivres, soldats, pour s'opposer ensuite à l'établissement des quartiers d'hiver que l'ennemi aurait projeté de prendre chez lui.

Mais pour avoir perdu le champ de bataille, il ne faut pas abandonner à l'ennemi toute une province, comme quelques généraux qui, après une bataille perdue, ne se croyant en sûreté que quand ils sont assez éloignés de l'ennemi pour ne plus en avoir la moindre nouvelle. Telle fut la précipitation des généraux français après la perte de la bataille de Rosbach, qui se replièrent plus de 30 lieues avant de s'arrêter. On se trompe grossièrement; ce n'est point l'éloignement de l'ennemi qui donne cette sûreté, c'est le choix de la position sur laquelle on se replie. La première laisse à l'ennemi pleine liberté de faire tout ce qu'il veut et un champ vaste pour profiter de sa victoire. La seconde l'arrête tout court, le resserre, empêche tous ses progrès et lui rend quelquefois sa victoire inutile. A moins que l'état des affaires ne vous oblige à vous éloigner promptement de l'ennemi pour couvrir une province, pour conserver une communication ou autre objet important, il faut savoir faire halte au premier poste qui présente un emplacement favorable, choisir un camp avantageux où l'armée puisse réparer facilement ses pertes et d'où les moindres mouvements

puissent inspirer à l'ennemi des jalousies et des craintes bien fondées. Par une conduite si mâle et si sage, par une contenance si ferme et si intrépide, on pourra faire du mal à l'ennemi, on préviendra au moins le découragement des troupes, on dissipera les impressions défavorables et les fantômes de l'imagination, presque toujours plus à craindre que la perte réelle. Souvent on n'a perdu que quelques centaines d'hommes de plus que l'ennemi ; quelquefois même il en a perdu davantage, et il peut se faire que le terrain qu'on lui a cédé ne soit de nulle conséquence.

« Le roi de Prusse fut surpris et battu à Hochkirchen, dit l'officier-général autrichien qui a fait des notes aux lettres du roi, mais ce ne sont pas quelques centaines d'hommes tués ou prisonniers du côté de l'ennemi qui établissent la victoire, ce ne sont pas des trophées enlevés, ce n'est pas le champ de bataille abandonné, ce sont les suites de la bataille livrée. Vaincu à Hochkirchen, il se poste d'abord à quelque distance de son premier camp[1]. Il dérobe ensuite ses

1. Dans une position où il est incroyable que le maréchal Daun l'ait laissé, surtout avec la supériorité de ses forces; le général Laudon était si près de Bautzen où étaient encombrés les caissons, les voitures des vivres et les régiments qui avaient le plus souffert, que malgré toute la valeur la plus déterminée et l'héroïsme des troupes prussiennes, quelques obus eussent incendié et forcé la ville à se rendre, et compléter ainsi la ruine de l'armée prussienne. Le poste était si mauvais que Mgr le prince

mouvements au comte de Daun, vole au secours de la Silésie, où il fait lever le siége de Neiss et le blocus de Kosel. De cette province il revient en Saxe avec la même rapidité, oblige le comte de Daun à se désister de ses projets sur Dresde, le prince des Deux-Ponts sur Leipsik, et le général Haddick sur Torgau. Enfin, à la fin de la campagne, il était en possession du pays dont il était le maître au commencement. Cet exposé rapide suffit pour établir un jugement. »

Il est inutile de donner des règles pour la façon dont doit se conduire celui qui commande l'arrière-garde d'une armée battue; l'ordonnance et la disposition de ses troupes doivent être faites relativement à la constitution du pays et à la nécessité d'empêcher l'ennemi de tomber sur l'armée en déroute. S'il doit, comme il arrive quelquefois, sacrifier quelques troupes de cette arrière-garde pour sauver le reste, il faut qu'il leur donne un chef résolu, qui fasse payer cher à l'ennemi sa défaite et celle de son détachement.

Comme il est impossible de prévoir toutes les dis-

Henri, qui était venu au secours du roi, et lui avait amené les six plus forts bataillons de son armée et tous les équipages dont il pouvait avoir besoin, ayant été envoyé à cette ville le soir de son arrivée, ne souffrit point que ses troupes y entrassent et les fit camper en dehors des murs. Le lendemain il fit des représentations, et s'éloigna d'un poste qui eût été le tombeau de ceux qui y étaient enfermés, si les Autrichiens avaient su profiter de leurs avantages.

positions que l'on doit faire dans les batailles que l'on donne ou que l'on reçoit, pour prévenir les mouvements de l'ennemi et s'assurer la victoire, je terminerai cet article par un extrait des instructions stratégiques de Frédéric II. Ces exemples de dispositions défensives et offensives achèveront de jeter une grande clarté sur tout ce que j'ai déjà dit.

Premier exemple.

Soit l'armée E postée sur les hauteurs K (Fig. 1, pl. VI); le terrain ne lui permettant pas de faire usage de sa cavalerie A, on la placera en quatrième ligne sur le sommet ou la pente en arrière de la montagne. Si l'ennemi voulait avec sa droite B attaquer la gauche de cette armée, ses deux lignes d'infanterie disposées sur les contours de la hauteur y étant fort en sûreté, le général qui la commande pourra disposer de toute la cavalerie et de la réserve, soutenues d'artillerie légère, pour se porter vivement en D, d'où l'on tourne le flanc gauche CC de l'ennemi, qui se trouvera obligé de suspendre l'attaque de la droite, et même sera contraint de se replier, à moins qu'une très-grande supériorité ne lui permette de déjouer cette manœuvre de son adversaire.

Deuxième exemple.

La figure 2, pl. VI, représente une armée campée dans un fond D, dont le front est couvert par des ouvrages construits sur le rideau en avant. Dans cette position, il ne serait pas convenable de placer l'armée sur les hauteurs, car, en cas d'une défaite, on sent le désavantage qui en résulterait, si elle était obligée de se retirer par un fond dominé de hauteurs que l'ennemi occuperait après l'en avoir dépostée. Supposons que l'ennemi voulût attaquer une armée ainsi disposée, voici les précautions que l'on pourrait prendre.

Dès que les troupes légères annonceraient son approche, on ferait garnir le village A et toutes les redoutes placées sur les sommités du terrain. Le reste de l'armée se tiendrait en colonne pour être à même de se porter plus vivement où il serait nécessaire. Lorsque l'ennemi ayant démasqué sa disposition, aura commencé son attaque pendant qu'il sera exposé aux feux du village A et des redoutes, le général, faisant marcher sa première ligne par la droite, viendra se former sur le flanc gauche de l'ennemi, et s'établir en B ; pendant ce mouvement, la seconde ligne, soutenue de toute la cavalerie, marchera également à droite, et, longeant derrière la première ligne, viendra se prolonger jusqu'en C. Cette manœuvre doit

être exécutée avec la vivacité nécessaire pour surprendre l'ennemi, qui serait ainsi entièrement tourné. Pour éviter ce danger, qu'un général expérimenté prévoirait facilement, il faudrait, laissant en arrière quelques batteries soutenues d'un bon corps de troupes, chercher à tourner cette position sur celui de ses flancs qui offrirait le plus de facilités; ce serait la seule manière d'attaquer l'armée D.

Troisième exemple.

La figure 3 de la planche VI représente une armée dont les deux ailes sont appuyées sur des hauteurs qui les mettent à l'abri de toute attaque. C'est donc sur le centre qu'il faudrait se diriger pour essayer d'y forcer l'ennemi. A cet effet, une avant-garde d'infanterie légère, soutenue de 6 bataillons de grenadiers et de fortes batteries A s'avancera pour attaquer le village D, sans la prise duquel il est impossible de parvenir à l'ennemi. Pendant cette attaque, on établit en C des batteries de gros calibre pour canonner les ailes de l'armée C, et les tenir en échec. Pour soutenir cette première attaque, l'armée I prend la position E, la cavalerie sur les ailes, une forte réserve B derrière son centre.

Tout en étant entré dans le détail des dispositions pour attaquer l'armée K, je ne puis m'empêcher d'ob-

server qu'il serait imprudent d'attaquer une armée aussi avantageusement postée, et que toute l'attention du général qui voudrait sortir de cette position doit se porter à en tourner les flancs.

Quatrième exemple.

Supposons encore l'ennemi posté sur des hauteurs dont il faut le déloger (Fig. 4, pl. VI). Son front et sa gauche étant reconnues inattaquables, c'est sur sa droite que doivent porter tous les efforts. Pour cet effet, on établit son infanterie sur les rideaux A et B; on en appuie les ailes à de fortes batteries, dont on distribue encore plusieurs sur le front de la ligne. On dispose des bataillons en colonne sur la pente des hauteurs A et B, pour être plus promptement à même de profiter du moindre faux mouvement que pourrait faire l'ennemi. La cavalerie reste en arrière sur les ailes, et donne une réserve derrière le centre. Pendant un feu très-vif d'artillerie, les troupes postées sur la hauteur B se prolongent en C, où l'on établit de nouvelles batteries. La cavalerie de cette aile suit ce mouvement, qui vous porte sur le flanc de l'ennemi et vous met à même de l'attaquer de revers. Il est probable que, craignant pour ses communications et ses derrières, cette démonstration lui fera quitter son poste.

De l'attaque générale des quartiers d'une armée.

Un général d'armée qui possède les grandes parties de la guerre cherche à profiter de tous les avantages que lui peuvent offrir les mauvaises dispositions des quartiers d'hiver de l'ennemi, soit pour les surprendre, soit pour les attaquer à force ouverte.

Un général dont la campagne n'a pas été heureuse, qui n'a pu chasser l'ennemi de son pays et a été contraint de l'y laisser prendre ses quartiers d'hiver, doit faire son possible pour l'y inquiéter et l'empêcher de se rétablir par des alarmes fréquentes qui le forcent à fatiguer ses troupes. Il n'est pas douteux que plus on inquiétera l'ennemi dans ses quartiers, moins il sera en état d'entrer de bonne heure en campagne; fatiguée pendant tout l'hiver, son infanterie n'aura pas eu le temps de se compléter ou de s'exercer par le mouvement continuel des troupes et par les pertes que doivent amener ces détachements perpétuels. Sa cavalerie aura toujours été en course pour voler au secours de l'infanterie, par conséquent elle ne sera point remise et rentrera en campagne en aussi mauvais état qu'elle en était sortie.

Celui qui attaque peut d'autant plus aisément fatiguer l'ennemi qu'il n'emploie que les troupes qu'il veut, au lieu que celui qui est attaqué est nécessaire-

ment obligé de se servir de toutes les siennes, ou au moins d'une grande partie, parce qu'il ignore le nombre de celles qui marchent contre lui et s'il n'y aura pas plusieurs attaques.

Souvent il ne faut qu'un très-petit nombre de troupes pour faire mettre tous les quartiers de l'ennemi sous les armes, et un général actif peut, en n'employant que de petits corps, réparer en quelque sorte les pertes de la campagne précédente et préparer ses succès pour la campagne prochaine en tourmentant l'ennemi et en le tenant dans un état continuel d'alarme. Il est possible même de trouver, après plusieurs fausses attaques, une occasion favorable d'en entreprendre une véritable qui force l'ennemi à replier ses quartiers et à se retirer.

L'attaque des quartiers d'hiver de l'ennemi, comme toutes les manœuvres possibles de la guerre, demande une connaissance approfondie du pays sur lequel elle doit être exécutée. Il faut en faire reconnaître tous les débouchés, calculer le plus ou le moins de facilités qu'ils offrent avant de pouvoir tracer aucun plan. Quand on a reconnu la possibilité de l'entreprise, il faut, pour pouvoir en diriger convenablement l'exécution, endormir la vigilance de l'ennemi, exciter même sa confiance pour gagner ainsi le temps de faire en sûreté ses dispositions d'attaque et pouvoir connaître

plus en détail celles que l'ennemi a faites pour sa défense. On commencera par tenter deux ou trois fausses attaques, l'on se retirera comme si l'on avait trouvé l'ennemi trop sur ses gardes, on fera divers mouvements de troupes, plusieurs détachements sortiront; toute la conduite du général, ses propos mêmes doivent dénoter une espèce d'inquiétude : pendant ses dispositions préparatoires, l'on enverra des espions sûrs et intelligents dans l'intérieur des quartiers de l'ennemi.

Ces espions doivent examiner la position des quartiers, la quantité des bourgs et villages qui sont occupés, l'étendue du terrain qu'embrassent les troupes, l'éloignement des deux lignes, les obstacles intérieurs qui peuvent couvrir et assurer telle ou telle partie des quartiers, si les troupes font exactement le service, si le général fait souvent sortir des détachements, leur nombre et leur force, ils doivent même essayer de les suivre pour savoir jusqu'où ils s'avancent. Tels sont les renseignements d'après lesquels le général devra déterminer et tracer son plan d'opération.

L'attaque étant résolue, le général fera assembler les principaux officiers qu'il veut charger de la conduite des différentes attaques pour leur donner ses ordres. Il formera trois attaques vraies et trois fausses, plus ou moins selon la force de son armée, l'étendue

et la position des quartiers. Les fausses attaques seront dirigées vers les points les plus forts de la ligne des quartiers[1]; les vraies seront réservées pour les endroits reconnus les plus faciles à forcer. Il faut attaquer en colonne ; cependant toute disposition doit être soumise aux circonstances et au terrain. On joindra les différentes attaques par des corps placés entre leurs diverses directions pour en opposer aux troupes intermédiaires de l'ennemi et les empêcher de quitter leurs postes pour renforcer les parties attaquées sur leur droite ou sur leur gauche. Pour faire croire à l'ennemi que les fausses attaques sont sérieuses, il faut que les troupes qui en sont chargées cherchent à y donner de la vraisemblance par un feu continuel d'artillerie de gros calibre.

Les vraies attaques doivent être exécutées avec la plus grande vivacité pour ne pas donner aux troupes ennemies le temps de se reconnaître, il faut attaquer le plus possible à la baïonnete. Si l'une des attaques réussit, les troupes des quartiers seront bientôt en désordre. La ligne une fois percée, on doit faire entrer par cette ouverture la cavalerie et la réserve de cette

1. Comme le centre et les deux appuis de la ligne seront sans doute les plus fortifiés et les plus garnis de troupes, c'est contre ces points qu'il faut diriger les fausses attaques, pour empêcher l'ennemi de les dégarnir et d'en tirer des renforts pour les endroits moins forts qui se trouveront sérieusement attaqués.

colonne pour aller prendre par derrière les quartiers collatéraux qui, mis ainsi entre deux, feux ne sauraient plus résister longtemps. Toute la colonne dont l'attaque a réussi ne doit pas se porter sur les points collatéraux, il faut se contenter d'y envoyer un détachement suffisant pour faciliter l'arrivée de ses troupes à travers cette première ligne, car il ne faut pas perdre de vue que l'ennemi ne manquera pas de faire marcher des troupes de sa seconde ligne et de ses réserves pour rétablir le combat et reprendre le poste occupé; ainsi, dès qu'on a percé la première ligne des quartiers, il faut garder ensemble un corps suffisant pour marcher au-devant de tout ce qui arriverait au secours de cette partie. C'est le cas de charger tout ce qui voudra soutenir l'ennemi en déroute et de continuer à rouler[1] ainsi les quartiers de la droite à la gauche ou de la gauche à la droite selon le côté vers lequel on aura percé. Dans de pareils moments les fausses attaques doivent quitter leur rôle passif pour peu que les circonstances le permettent; c'est aux généraux qui les commandent à savoir saisir l'instant avantageux. Le succès le plus complet ne peut manquer de couronner une entreprise concertée et exécutée avec

1. Qu'on me pardonne cette expression, qui sans être grammaticale, m'a paru rendre si bien l'idée de cette manœuvre, que j'ai cru pouvoir la hasarder.

autant de prévoyance. Il ne reste d'autres ressources au général vaincu que de rassembler ses quartiers et de se retirer.

On ne peut déterminer d'avance toutes les dispositions à faire pour l'attaque des quartiers d'hiver d'une armée, elles dépendent de trop de circonstances. Telle disposition, qui serait bonne dans un pays ouvert, deviendrait désastreuse dans un pays de bois ou de montagnes. Tous les mouvements de l'armée attaquante doivent tendre à s'approcher assez vivement des quartiers pour pouvoir les attaquer avant que les troupes aient le temps de se réunir à la place d'armes générale, et que les secondes et troisièmes lignes puissent arriver pendant l'action au secours de la première. Si l'on n'a pas pris ses précautions en conséquence, le succès ne peut être que douteux, surtout si l'ennemi a eu le temps d'occuper son champ de bataille et d'y réunir ses troupes. Quand le général verra ses troupes repoussées après plusieurs attaques, il ne doit point s'opiniâtrer et sacrifier ses troupes à la fortune.

Si l'attaque d'une armée dans ses quartiers demande des précautions infinies et des dispositions prévues de longue main, la retraite, après l'entreprise manquée, ne demande pas moins de sagesse. Car il est difficile de se retirer devant une armée qu'on n'a pu forcer, et qui vous suivra probablement avec vivacité pour pro-

fiter de sa victoire ; il faut donc que cette supposition ait été prévue avant l'attaque.

Je suppose qu'une armée en ayant attaqué une autre dans ses quartiers d'hiver n'a pu l'y forcer, malgré la vivacité de plusieurs attaques répétées. Lorsque le général aura tenté tout ce qui dépend d'un homme de cœur et qu'il voit l'impossibilité de réussir, il n'a d'autre parti à prendre que celui de la retraite. Il ne doit pas attendre à la dernière extrémité, de peur que le trop grand découragement de ses troupes et des pertes trop considérables ne lui permettent plus de le faire avec l'ordre et l'ensemble nécessaires à la sûreté de l'armée et au succès de cette manœuvre. Avant de commencer à faire sa retraite le général doit envoyer avertir par ses aides-de-camp tous les officiers-généraux qui commandent les colonnes et qui doivent d'avance connaître l'ordre et les dispositions à suivre en cas de retraite. Trois coups de canon, qu'on tirera un de la gauche et le dernier du centre, seront le signal pour replier les troupes et commencer le mouvement rétrograde. Les localités déterminent l'ordre de la marche, les dispositions de l'ennemi indiquent les manœuvres qu'il faut lui opposer.

L'attaque des quartiers d'hiver des confédérés en Alsace par M. de Turenne offre le tableau le plus complet des opérations nécessaires à une telle entreprise.

Le plan, les préparatifs, le rassemblement des troupes, leur marche, enfin l'attaque, tout mérite une étude particulière. Il est impossible de rien voir de mieux combiné. La retraite de M. le prince Eugène après avoir manqué l'expédition de Crémone est encore un modèle à suivre dans pareille occurrence.

Les attaques des quartiers d'hiver d'une armée sont assez rares ; la quantité de troupes légères qui forment une chaîne de patrouilles perpétuelles autour des positions où les armées campent, cantonnent ou prennent des quartiers, met à l'abri de pareilles entreprises. A moins d'une grande négligence dans le service des troupes légères, il est impossible, sur la nouvelle de l'ennemi, que l'on n'ait pas le temps de rassembler toute l'armée sur son champ de bataille et d'y former les dispositions nécessaires pour y recevoir le combat. D'ailleurs il est rare qu'une armée entre dans ses quartiers d'hiver tant que l'ennemi tient encore la campagne ou bien qu'elle y reste dès que celui-ci a rassemblé son armée ; c'est généralement une position trop désavantageuse pour vouloir s'y exposer à une attaque. Cependant il n'y a point de règles sans exceptions et les localités peuvent être telles que l'on puisse rester avec sûreté dans ses quartiers vis-à-vis de l'ennemi rassemblé, et y attendre sans imprudence, sans

renforts, en un mot, ce dont on a besoin pour ouvrir la campagne avec vigueur.

Je crois ne pouvoir en donner un meilleur exemple qu'en citant les quartiers pris en Silésie par Sa Majesté le roi de Prusse dans l'hiver de 1761 à 1762. Quoique le maréchal Daun rassembla le 15 mai toute l'armée autrichienne au camp entre le Zobtenberg et la Schweidnitz (*Schweidnitzer Wasser*), Sa Majesté ne quitta pas ses quartiers et n'y changea rien, si ce n'est qu'il transféra son quartier général de Breslau à Betlern, et renforça ses avant-postes du côté de Kant et de Bohrau.

« En jetant les yeux sur la carte il sera facile, dit le général de Tempelhoff, de se convaincre combien l'armée prussienne était en sûreté dans ses quartiers. Leur aile droite était couverte par le Schweidnitz (*Schweidnitzer Wasser*) et leur gauche par l'Oder. La plus grande étendue des quartiers de l'infanterie de la droite à la gauche de Lissa à Schonborn était d'environ deux milles. Les troupes pouvaient en 4 heures de temps se rassembler au centre des quartiers entre la Lohe et la Schweidnitz. Le passage de la Lohe, en cas que l'on voulût prendre son champ de bataille [1] sur

1. La place du rassemblement des troupes qui cantonnaient entre l'Oder et la Schweidnitz, étaient les hauteurs entre Grabisch et Oltaschin.

la rive droite de cette rivière, ne demandait que deux heures. Car il n'y avait que 18 bataillons entre la Schweidnitz et la Lohe, 18 bataillons auprès de Gabitz et les 13 autres bataillons aux environs d'Oltaschin, tellement à portée, que la plus grande partie pouvait en 2 heures être sur le champ de bataille. Deux bataillons francs et 63 escadrons étaient distribués le long de la Schweidnitz de Lissa à Guiechwitz et de là le long de la Schwarzwasser jusqu'à Wiltschau. Ces troupes poussaient au loin leurs avant-postes, et par beaucoup de patrouilles observaient perpétuellement les mouvements de l'ennemi. Le petit corps cantonné entre Grotkau et Wansen était aussi suffisamment couvert par une chaîne d'avant-postes depuis Grotkau jusqu'à Toppendorf et par les difficultés d'un terrain très-coupé qui le séparait de l'ennemi. »

« Si le feld-maréchal Daun avait voulu entreprendre quelque chose du côté de Breslau et attaquer ou surprendre avec toute son armée les quartiers de Sa Majesté, il aurait fallu que, par ses dispositions, il trouvât moyen de commencer son attaque et de percer les quartiers des Prussiens, avant que le Roi pût avoir le temps de s'y opposer et de rassembler son armée. Un tel succès n'était pas probable en plein jour; car le maréchal Daun étant éloigné de 5 milles de Breslau et la première ligne des quartiers du roi n'en

étant qu'à 2 milles au plus, il eût été obligé de marcher 3 milles avec toute son armée avant d'arriver aux quartiers. D'ailleurs le roi eût été averti bien à temps des mouvements de l'armée autrichienne; ses avant-postes, qui n'étaient éloignés que d'un demi-mille de ceux de l'ennemi lui auraient annoncé sa marche 3 à 4 heures avant qu'il pût arriver. »

« Supposons maintenant que le maréchal Daun, voyant l'impossibilité d'une pareille attaque eût voulu attendre la nuit pour l'exécuter, cette entreprise eût été entravée par tant de difficultés qu'il lui était presque impossible d'oser s'en promettre du succès. »

« Les nuits à pareille époque sont assez courtes; elles n'ont guère que 6 heures d'obscurité ; ce n'était point assez pour dérober la connaissance de son approche, car il lui fallait au moins 8 heures pour faire pendant l'obscurité les 3 milles qui le séparaient de la première ligne des quartiers du roi. En outre les avant-postes prussiens étaient si en avant de leurs quartiers que le maréchal Daun n'aurait pas eu fait deux heures de marche, même sans avant-garde, qu'il les eût rencontrés. L'avis de son approche eût bientôt été envoyé au roi, qui aurait eu le temps de rassembler son armée et de prendre une bonne position pour y attendre le combat ou mieux encore se serait porté en avant pour tomber avec toutes ses forces sur une des colon-

nes ennemies, et la défaire avant qu'elle ait eu le temps de se former et d'être secourue du reste de l'armée.

« Il était bien difficile, pour ne pas dire impossible, au maréchal Daun de donner aux chefs de ses colonnes des ordres assez précis pour y prévoir tous les événements; car il ne pouvait deviner tels mouvements que ferait le roi sur la nouvelle de son approche. A toutes ces difficultés se joignaient encore celles qui accompagnent toujours toutes les expéditions ou marches de nuit. Il est facile de se perdre, de s'égarer, de sortir de sa direction ; une colonne peut rencontrer tels obstacles qui, retardant sa marche, l'empêchent d'arriver à point nommé; en un mot toute expédition de nuit a bien difficilement l'ensemble nécessaire à son succès. Les deux armées restèrent dans leurs positions respectives jusqu'au 1er juillet, où le roi entra au camp de Sachwitz et se réunit avec le corps du général Czerniczeff. On ne pourra s'empêcher de convenir que le maréchal Daun agit prudemment de ne rien entreprendre contre les quartiers du roi. »

Des surprises d'armée.

Ces sortes de projets sont exposés à mille cas fortuits et à mille incidents qu'on ne peut détourner que par sa bonne conduite, par le secret et la célérité d'une marche aussi rapide que bien combinée. Il faut

prévenir les avis des espions, des transfuges ou des partis que l'ennemi peut avoir en campagne. Il faut qu'il se trouve dans le piége sans l'avoir craint ni soupçonné.

Le général qui veut surprendre l'ennemi doit connaître exactement sa force, la situation de son camp, la distribution des gardes, où elles se retirent la nuit, quelles sont celles qui sont fixées dans certains postes avancés; la route des patrouilles, la nature du pays pour arriver à l'ennemi, etc. Telles sont les connaissances préliminaires sur lesquelles un général expérimenté établit et concerte son projet, qu'il se détermine à l'exécuter ou qu'il le rejette.

Dans toutes sortes d'entreprises le succès dépend assez généralement du secret et de la célérité. Une marche forcée bien combinée fait la base de cette expédition; quant au secret, il peut être couvert d'un voile d'autant plus impénétrable que l'on n'a besoin d'aucuns préparatifs extérieurs. Il est très-difficile que l'ennemi puisse avoir la moindre nouvelle, ni soupçonner une surprise, si l'on ne néglige aucun des moyens dont je parlerai bientôt; et quelque dépense qu'il fasse en espions, on peut fort aisément tromper leur vigilance. Les plus fâcheux sont les transfuges, qui peuvent s'échapper pendant la marche[1]; mais

1. Les troupes légères précéderont la marche sous plusieurs

que diront-ils, s'ils ignorent où l'on va et ce que l'on veut faire? Le secret que l'on est obligé de confier à plusieurs personnes est rarement un secret gardé; mais ici on peut, si le général le juge à propos, n'en faire part qu'au moment de l'exécution, et c'est ce qui vaut le mieux.

On fixe l'heure de la marche de l'armée d'après le chemin que l'on a à faire; l'on se règle encore sur la nature du pays, sur les obstacles que l'on peut rencontrer, et sur le nombre des colonnes qu'on doit former. Comme les défilés retardent infiniment une marche, on part plus tôt ou on part plus tard, selon que l'on doit en rencontrer plus ou moins. Il faut concerter son mouvement de manière à pouvoir attaquer l'ennemi à la pointe du jour. La nature du terrain qui doit servir de champ de bataille peut seule diriger la formation ou composition des colonnes.

Il faut préparer pour les généraux qui conduisent les colonnes une instruction relative à tous les événements qui pourraient survenir, afin que chacun d'eux sache positivement ce qu'il aura à faire, d'après telle ou telle circonstance. Quelque détaillée que soit une instruction, comme il est impossible de tout prévoir, il

prétextes, mais en effet pour empêcher qu'un déserteur n'aille vous trahir. Les hussards tiendront les patrouilles ennemies dans un éloignement qui les empêchera de découvrir les mouvements de l'armée.

y a bien des choses qu'il faut abandonner à la sagacité des chefs des colonnes.

La surprise de l'armée ennemie résolue, venons à son exécution. Voici les précautions qu'il faut prendre avant de se mettre en marche.

On donnera l'ordre à l'ordinaire sans aucune apparence de marche ou de décampement. Deux heures avant la nuit et d'une nuit sans lune, on détachera une forte avant-garde sous les ordres d'un général de confiance. Les localités détermineront le choix et le nombre des troupes nécessaires à sa composition. On fera courir le bruit que la destination de ce corps est contre les espions et les déserteurs; qu'il doit se porter sur toutes les routes par lesquelles on peut aller à l'ennemi. Ce détachement avancera le plus près qu'il pourra du camp ennemi, observant de ne point aborder ses postes avancés. De nombreuses patrouilles seront poussées de droite et de gauche pour cerner l'ennemi autant que possible; cependant sans se découvrir.

Ces différents corps doivent observer le plus grand silence, ayant l'intention de ne point tirer et d'arrêter tout ce qui ira ou viendra du côté de l'ennemi. Voilà, ce me semble, les meilleurs moyens de masquer sa marche à l'ennemi, et de l'empêcher d'en avoir les moindres nouvelles.

Voici maintenant ce qui se passera dans l'intérieur du camp.

On enverra des billets particuliers aux majors de brigades, pour les prévenir que la retraite tiendra lieu de générale et d'assemblée et que les troupes doivent alors être prêtes à marcher, pour se former à la tête de leurs camps, quand elles entendront trois roulements de tambours, et que les trompettes sonneront un appel[1].

Les officiers-généraux seront avertis par des billets cachetés de se trouver chez le général un peu avant la retraite. Le projet de l'entreprise leur sera communiqué, ainsi que l'ordre de marche et celui du combat, et on réglera leurs postes.

La méthode qu'on doit suivre pour l'ordre de bataille pour la distribution de chaque arme et pour la marche, est de ne pas se régler, à l'égard de celle-ci, sur la nature du pays que l'on a à traverser en allant à l'ennemi, mais seulement sur l'ordre qu'on s'est déterminé de suivre au moment du combat, ordre déterminé par l'emplacement où l'on aura à attaquer l'ennemi.

On marchera sans équipage, les soldats n'ayant avec eux que du pain dans leurs havre-sacs. A l'égard du

1. J'ai pris ce signal au hasard, il n'est pas nécessaire d'ajouter que tel autre que l'on voudra sera également bon.

canon, on ne doit en emmener que quelques brigades, parce qu'il ne s'agit que d'une surprise, d'un violent coup de main et d'une affaire où le canon n'est pas d'un fort grand service; mais le reste de l'artillerie doit être attelé dans le camp pour venir joindre au premier ordre.

Le canon et les chariots de munitions et d'outils qui devront suivre les troupes auront double attelage.

Chaque officier-général étant à son poste l'armée se mettra en marche.

On doit observer que si le lieu d'où l'on se met en marche pour aller surprendre l'armée des ennemis, peut être vu de cette armée ou de leurs gardes avancées, il faut laisser dans le camp les hommes nécessaires pour entretenir les feux, parce que autrement ce serait faire connaître que l'on a décampé.

Dès qu'on arrivera en présence des ennemis, on commencera l'attaque.

L'armée doit avoir devant elle un corps de troupes légères qui, dès qu'elles auront poussé les gardes, tourneront les ailes du camp des ennemis, iront porter l'alarme sur ses derrières, piller les tentes et y mettre le feu. Un corps de réserve est destiné à poursuivre l'ennemi, s'il est battu, ou à protéger la retraite de l'armée, si par hasard l'on était repoussé. Il arrive quelquefois qu'en arrivant sur l'ennemi on le

surprend tellement dans son camp qu'il n'a pas le temps de se mettre en bataille, ce qui fait que les colonnes, ne trouvant point de résistance, vont toujours en avant et se forment dans le camp même de l'ennemi. Ceux qui commandent les colonnes doivent avoir l'attention, en pareil cas, de détacher les troupes d'infanterie de droite et de gauche, pour briser les fusils aux faisceaux, d'envoyer des troupes de cavalerie pour pousser ce qui suit et faire des prisonniers. Il est inutile de dire qu'il faut occuper les postes les plus avantageux, tâcher de percer l'ennemi à son centre, le poursuivre vivement sans trop s'exposer, lui enlever le plus de monde qu'on peut, et enfin profiter de tous les avantages qu'offre son désordre.

Un officier-général ne doit pour lors se régler que sur ses lumières, dirigées par les circonstances; il doit seulement observer de ne point se laisser aller à trop de vivacité, et ne faire de mouvements en avant qu'autant qu'ils sont soutenus par les autres colonnes, enfin de les combiner de façon à pouvoir être en bataille sur-le-champ, si l'ennemi venait à se rallier.

Si l'ennemi, au contraire, vient à se retirer, le général doit faire faire halte à son armée, et détacher aprés lui la réserve pour augmenter sa déroute; en attendant, faire de nouvelles dispositions pour mar-

cher sur ses pas, et profiter des avantages que doit lui procurer un pareil succès.

Quand l'armée des ennemis est campée sur deux lignes, comme la seconde peut être formée avant qu'on soit parvenu jusqu'à elle, le général qui attaque doit porter brusquement sur la première de gros détachements, afin d'y jeter la confusion et l'effroi pendant qu'il forme son armée en bataille, et se met en état de soutenir ses détachements et d'attaquer en ordre les parties de l'armée ennemie qui voudront résister.

A mesure que les troupes surprises sont chassées de leur camp, on doit se porter dans celui des troupes qui les avoisinent et augmenter toujours le désordre. Les petits détachements sont soutenus à mesure qu'ils s'avancent par les gros, dont ils sont détachés, et ceux-ci le sont par l'armée qui les suit en ordre.

Si quelque ravin ou ruisseau large et profond coupait l'armée des ennemis en deux parties, il faut tâcher de pousser un détachement jusque là, afin d'en rompre les portes de communication, et empêcher ainsi une partie de l'armée de venir au secours de l'autre [1].

1. Voici les précautions que S. M. le roi de Prusse recommande en pareille occurence.

Si, en arrivant à l'ennemi, vous le trouvez prévenu de votre marche et en état de vous recevoir, et que sa position vous semble trop forte pour essayer de l'en déloger de vive force sur l'avis que vous en donnera l'avant-garde, il faudra se résoudre à la retraite et rebrousser chemin, ayant soin de laisser une réserve

Si le camp de l'ennemi est assis dans une plaine, on pourra former une avant-garde de dragons qui, joints par des hussards, entreront à toute bride dans le camp ennemi, pour y mettre tout en désordre et faire main basse sur tout ce qui se présentera à eux.

Ces dragons doivent être soutenus de toute l'armée; l'infanterie en ayant la tête, étant particulièrement destinée à attaquer les ailes de la cavalerie ennemie,

L'attaque de l'avant-garde commencera une demi-heure avant la pointe du jour, mais il faut que l'armée n'en soit éloignée que de 800 pas.

Pendant la marche on gardera un profond silence, et on défendra au soldat de fumer du tabac.

Lorsque l'attaque commencera et que le jour paraîtra, l'infanterie, formée sur 4 ou 6 colonnes, marchera tout droit au camp pour soutenir son avant-garde.

On ne tirera pas avant la pointe du jour, car on risquerait de tuer ses propres gens, mais aussitôt qu'il fera jour, il faudra tirer sur les endroits où l'avant-garde n'a pas percé, particulièrement sur les ailes de la cavalerie, pour obliger les cavaliers, n'ayant pas le temps de seller ni de brider leurs chevaux, de s'en aller et de les abandonner.

On poursuivra l'ennemi jusqu'au-delà du camp et on lâchera toute la cavalerie après lui, pour profiter du désordre et de la confusion où il sera.

Si l'ennemi avait abandonné ses armes, il faudrait laisser un gros détachement pour la garde du camp, et sans s'amuser à piller, poursuivre l'ennemi avec toute la chaleur possible, d'autant plus qu'une si belle occasion de détruire entièrement une armée ne se présentera pas sitôt et qu'on sera maître pendant toute la campagne de faire tout ce qu'on voudra.

en arrière pour soutenir vos corps détachés, se réunir à eux et former une arrière-garde assez imposante pour résister à tous les efforts que l'ennemi tentera d'autant plus vivement qu'il pourra espérer de profiter de votre premier moment d'étonnement.

Mais si vous vous trouvez formé si près de l'ennemi qu'il faille nécessairement l'attaquer, ou qu'étant supérieur en force vous vouliez absolument le combattre, toutes vos troupes, à l'exception de la réserve, doivent être dans vos deux lignes. Votre première ligne, dès qu'elle a culbuté celle de l'ennemi, s'arrête pour se mettre en route; votre seconde ligne passe par les intervalles de la première pour aller à la seconde de l'ennemi. Si celle-ci est encore culbutée, votre réserve s'avance promptement et poursuit les ennemis en déroute aussi loin que la prudence le permet.

Si malgré vos efforts votre première ligne est battue, et que la seconde qui lui succède n'ait pas plus de bonheur, comme vous devez avoir prévu cet événement, il faut commencer la retraite. Le corps de réserve, que l'on fera avancer comme pour renouveler le combat, après avoir couvert les premiers mouvements de la retraite, se repliera et formera l'arrière-garde. A toutes ces précautions il faut joindre celle de laisser dans son ancien camp un gros détachement

sous les ordres d'un officier intelligent, qui doit fai
tenir, au moment de l'attaque, tous les équipag
chargés, soit pour vous aller joindre, si vous réussi
sez, soit pour mettre vos bagages à couvert, si vo
aviez du dessous et que vous fussiez obligé de vo
replier ailleurs que sur votre dernier camp.

Mais après avoir parlé des moyens de surprend
un ennemi dans son camp, il convient que je dise u
mot des dispositions qui doivent mettre en état de r
pousser l'ennemi en cas de surprise, et des mesur
que celui qui est surpris doit prendre relativement au
différents cas où il peut se trouver.

Une maxime essentielle qu'un général ne doit ja
mais perdre de vue, c'est d'être disposé en tout temp
à faire tête à l'ennemi, quand même celui-ci trouve
rait le moyen de lui dérober ses mouvements et d
l'attaquer inopinément.

Lorsqu'un général prend un camp, la premièr
chose qu'il lui convient d'observer, est de bien ap-
puyer la droite et la gauche de son armée, afin qu'o
ne puisse pas la prendre par les flancs. S'il se trouv
quelques villages, il les fait occuper par de l'infante-
rie ou des dragons, qui doivent s'y retrancher de fa-
çon à les mettre à l'abri d'insulte. On y joint quelque
pièces de canon, qui ne doivent tirer qu'à cartouches.
Il faut choisir les emplacements les plus avantageux,

c'est-à-dire ceux qui soumettent à leurs feux une plus grande étendue de terrain.

Lorsqu'on trouve devant son front quelques villages ou bois qui sont à portée d'être soutenus, on les fait occuper par de l'infanterie, qui s'y retranche. Le général va reconnaître lui-même, avec le commandant de l'artillerie, les endroits avantageux pour placer du canon ; il en met quelques brigades sur les éminences et les hauteurs qui découvrent les débouchés des ennemis pour les battre à mesure qu'ils se présenteront et qu'ils voudront se former. Si on trouve que par le moyen de ces mêmes éminences on puisse battre les ennemis en flancs, lorsqu'ils seront en bataille, on ne doit pas négliger non plus de les occuper, et de les faire soutenir par quelques troupes, si elle sont un peu éloignées. Le reste de l'artillerie doit être distribué le long de la première ligne.

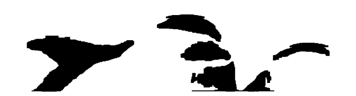
On indique aux officiers qui commandent les brigades d'artillerie l'endroit où ils doivent se retirer sur la seconde ligne, et par quels intervalles de troupes ils doivent passer, dans les cas où la première ligne serait repoussée. On leur recommande en même temps de le faire avec précaution, afin de ne pas exposer le canon.

Il ne faut pas négliger de faire brûler les villages, moulins et maisons qu'on ne trouve pas à propos

d'occuper, et qui peuvent favoriser les ennemis, ni oublier de faire couper les haies ou les bois qui pourraient cacher leurs mouvements. Après qu'on a pris toutes ces précautions, et que chacun est instruit du poste qu'il doit occuper, quelque chose qu'il arrive ensuite, l'armée se porte d'elle-même sur son champ de bataille.

Je suppose ici que les mouvements de l'ennemi vous sont connus, et que vous avez le temps d'aller occuper le poste que vous avez choisi sur le front de votre camp. Dès que l'ennemi paraît, l'artillerie ne doit pas manquer de faire un feu très-vif sur ses troupes pendant qu'elles se forment, et quoique cette canonnade ne doive pas décider de grand'chose, elle ne peut que faire un bon effet, et étonner une armée qui, venant pour en attaquer une autre, ne s'attend à trouver que de la confusion et peu de résistance.

L'action commencée, c'est à chaque officier-général, qui commande les ailes ou le centre, d'agir selon sa capacité et son expérience, parce que le général ne peut être partout. Il a seulement l'œil à ce qui se passe de plus intéressant pour remédier aux événements, ou pour se régler sur la manière dont l'ennemi change ses attaques; car il arrive souvent que les ennemis, trouvant trop de résistance dans les endroits où ils se présentent d'abord, en retirent une



partie de leurs troupes pour les porter ailleurs, et en laissent seulement quelques-unes pour y retenir les vôtres par de fausses attaques. C'est à quoi un général doit avoir une grande attention, afin qu'il puisse retirer les troupes inutiles assez tôt pour les envoyer du côté où les ennemis portent leurs principales forces.

Il peut encore arriver, comme on l'a vu quelquefois, qu'une des ailes de l'armée ne peut pas en venir aux mains, à cause des marais ou ravins qui la séparent de celle qui lui est opposée, et que l'ennemi profite de cette connaissance pour retirer une grande partie des troupes de cette aile, pour les faire marcher de l'autre côté. Il faut alors faire la même manœuvre. C'est aux officiers-généraux qui sont de ce côté-là d'en avertir le général, s'il est à portée d'eux; s'il n'y est pas, ils ne doivent pas balancer de prendre leur parti d'eux-mêmes et de faire ce qui est convenable.

Les lieutenants-généraux, ou les généraux-majors qui sont chargés de faire combattre la cavalerie, doivent bien observer tous les mouvements de celle des ennemis, afin qu'il ne leur échappe aucune occasion favorable de la charger à propos. C'est dans de pareilles occasions que, sans attendre les ordres du général, ils doivent agir d'eux-mêmes et se servir de connaissances qu'ils ont dû acquérir, et comme le gain

des batailles ne dépend bien souvent que des avantages qu'on remporte dans les commencements du combat, il est de la dernière importance que ces officiers-généraux soient capables de profiter des moindres faux mouvements et de n'en point faire dont les ennemis puissent se prévaloir.

Si un officier-général vient à battre la cavalerie qui lui est opposée, il ne doit point la pousser trop loin, ni permettre que ses escadrons se débandent après elle, il faut au contraire avoir soin qu'ils se tiennent bien ensemble. Il doit se contenter d'envoyer quelques petits détachements à la poursuite des troupes qu'il a battues. Si ceux qui commandent la cavalerie de la première ligne se mettent en mouvement pour charger celle des ennemis, ils doivent en prévenir les officiers-généraux commandants les brigades de la seconde ligne, afin qu'ils se mettent en mesure de les soutenir.

L'infanterie par sa contenance et une suite d'actions de feu et de choc bien conduites doit maintenir sa position et soutenir les efforts de sa cavalerie.

Si l'ennemi après avoir été repoussé se retire, la réserve et toutes les troupes légères doivent le poursuivre pendant que les lignes de l'armée rétabliront l'ordre que le combat pourrait avoir dérangé. Les trou-



pes envoyées à la poursuite de l'ennemi ne doivent point le pousser trop loin, car il est vraisemblable que l'ennemi, avant de venir attaquer, aura pris toutes les précautions nécessaires pour assurer sa retraite. C'est au général qui commande ce détachement à régler ses mouvements sur le plus ou moins de difficultés qu'il rencontrera.

Si un général avait assez peu de vigilance pour être surpris dans son camp où l'ennemi aurait pénétré avant que les troupes aient pu prendre les armes, voici ce qu'il reste à faire pour se retirer d'une position si désespérée. Ou l'armée est campée sur deux lignes, ou elle ne l'est que sur une. Si l'armée est campée sur deux lignes, les parties de la première ligne qui ne sont pas surprises, car elle ne saurait l'être à la fois sur tout son front, doivent se mettre sous les armes à la tête de leur camp, et renvoyer leurs équipages derrière la seconde ligne.

Si le général ou ceux qui commandent sur ces parties de la ligne ne jugent pas à propos de faire usage de ces troupes pour marcher à l'ennemi, on doit les faire retirer en bon ordre derrière la seconde ligne qui se sera formée en avant de son camp et les y rassembler pour former une nouvelle ligne derrière la seconde, ou au moins une grosse réserve. Elles doivent observer seulement en se retirant de mettre le feu

au camp, pour favoriser leur retraite et empêcher l'ennemi de s'avancer. Pendant ce temps-là, si le général de l'armée juge que son poste n'est pas tenable, il fait filer l'artillerie et les équipages sous l'escorte d'un gros détachement, et fait tout de suite sa disposition de retraite, pour aller en arrière occuper un poste d'où il puisse arrêter l'ennemi. Les parties de la première ligne qui se sont repliées derrière la seconde font l'avant-garde de son armée ; la seconde ligne marche ensuite et l'arrière-garde est formée de tous les grenadiers, de quelques brigades d'artillerie soutenues par la cavalerie. Si malgré la surprise de sa première ligne, le général s'obstine à tenir bon avec la seconde soutenue des débris de la première rassemblés et dispersés derrière elle, il doit placer son artillerie sur le front et les flancs de cette seconde ligne, mais renvoyer préalablement ses équipages sous l'escorte des troupes légères, afin de n'être pas embarrassé dans sa retraite, s'il vient à être battu. Il doit au cas qu'il ait le bonheur de repousser l'ennemi, se contenter de ce succès, sans courir à la poursuite d'un ennemi qui lui étant supérieur pourrait se retourner et le battre.

Si l'armée surprise est campée sur une seule ligne, il faut que les parties de cette armée, qui n'ont pas été attaquées, fassent charger promptement leurs équipages, pour les envoyer sur les derrières, et qu'ensuite

après avoir mis le feu à leur camp, elles se retirent sur quelque position en arrière du camp.

Une armée campée sur une seule ligne, et surprise dans quelques-unes de ses parties avec un succès décidé de la part de l'ennemi, ne saurait former sur le champ un ordre capable de lui résister. D'ailleurs les troupes, effrayées de tout ce qu'elles voient en pareil cas ou d'un malheur que leur imagination alarmée leur fait toujours plus grand qu'il ne l'est peut-être réellement, ne sont guère propres à aller combattre un ennemi animé par ses succès, par l'appât d'un butin qu'il a déjà et par l'espérance d'un plus considérable qu'il regarde comme immanquable s'il continue d'agir avec vigueur. Tout cela fait juger qu'une armée campée sur une seule ligne, et qui vient à être surprise, doit aller se rassembler derrière quelque poste que le général juge pouvoir soutenir. Il faut une grande présence d'esprit à ce général pour sauver en cette occasion son artillerie et pour faire la retraite de ses troupes en ordre. Il doit confier son arrière-garde à un officier sur lequel il puisse compter et capable par sa manœuvre de ranimer la confiance des troupes et d'arrêter l'ennemi.

Dans la supposition d'une surprise il faut bien distinguer l'insulte que fait un détachement particulier ou celle de toute une armée. Dans le premier cas il

n'est nécessaire de quitter son camp, et si l'ennemi n'a mis en déroute qu'une ou deux brigades, il faut remplacer sur-le-champ ces brigades par d'autres de seconde ligne ou de la réserve; ou si l'on n'est campé que sur une ligne, il faut resserrer l'étendue du camp. Il conviendrait sans doute, s'il était possible, de couper le détachement de l'ennemi dans sa retraite, mais j'y prévois bien de la difficulté; car, indépendamment qu'il doit être soutenu, c'est que, dès qu'il aura fait son coup, il ne manquera pas de se retirer tout de suite, et il sera vraisemblablement bien loin avant que l'on ait pris quelque parti décidé sur un événement qui occasionne d'abord une surprise si grande que l'imagination est souvent pendant quelques moments dans une indécision totale.

Il peut arriver que l'ennemi, en insultant avec son armée tout le front de la vôtre, réussisse à couper vos troupes de façon qu'il y en ait à qui toute communication soit ôtée. L'officier qui commande celles qui sont dans ce cas doit marcher sur-le-champ avec elles vers quelque ville sur vos derrières où sont vos vivres, vos dépôts, tant pour les garder que pour se mettre à portée de vous rejoindre par ce circuit; mais s'il est coupé ou poursuivi de façon à ne pouvoir absolument s'échapper, il faut qu'il se jette dans une ville ou dans quelque château, et qu'il y tienne le plus

qu'il pourra; comme l'ennemi sera obligé d'être en force pour le prendre, votre armée aura moins d'ennemis sur les bras, et sa retraite en sera plus aisée.

Dès que les brigades, qui sont à côté de celles qui sont surprises, ont pris les armes, elles doivent faire face en partie sur leur front et en partie sur les flancs pour arrêter l'ennemi qui viendra sûrement les attaquer de front et en flanc; ou si elles ne se sentent pas assez en force pour cela, elles doivent s'aller joindre à celles qui sont au-dessous ou au-dessus d'elles. On ne saurait donner des règles particulières sur la façon de se conduire dans un pareil cas. Les officiers qui sont à la tête de ces brigades doivent prendre d'eux-mêmes leur parti, sans les ordres du général qui quelquefois ne saurait les leur faire passer, ou qui peut-être tarderait trop à les envoyer. Ces considérations doivent faire sentir combien il importe de donner le commandement des différentes divisions d'une armée à des officiers expérimentés et en état de se décider dans tous les cas.

Le détail de la bataille de Steinkerque achèvera de donner l'exemple le plus instructif de ce que doit faire un général qui peut en surprendre un autre, et des efforts que celui qui est surpris peut opposer aux projets de son adversaire.

Après la prise de Namur, Louis XVI ayant quitté

l'armée en laissa le commandement à M. de Luxembourg, qui fut seulement chargé de la conservation des conquêtes et du pays. Ce général se contentait d'observer soigneusement M. le prince d'Orange qui, chagrin de n'avoir pu empêcher la perte de Namur, cherchait les occasions d'entreprendre sur celle des Français, ou au moins de subsister aux dépens d'un pays dont les Espagnols n'étaient plus les maîtres.

M. de Luxembourg était campé sa droite à Steinkerque et sa gauche à Enghien, et M. le prince d'Orange entre Tubise et Saint-Ernelle, pays fort couvert et rempli de défilés qui séparaient les deux armées. Aussi paraissait-il impossible qu'il pût se passer une action générale entre elles. Cependant M. le prince d'Orange ayant découvert que M. de Luxembourg était en commerce avec un homme de sa secrétairerie, qui instruisait régulièrement ce général de tout ce qui venait à sa connaissance, résolut de se prévaloir de cette découverte pour cacher la marche de son armée sur celle des Français. Pour cet effet il fit arrêter secrètement ce secrétaire dans son cabinet et le força d'écrire en sa présence à M. de Luxembourg que le lendemain l'armée de M. le prince d'Orange ferait un grand fourrage de l'autre côté du ruisseau de Steinkerque, et que, pour couvrir ce fourrage, il marcherait cette même nuit un corps considérable

d'infanterie, avec du canon, pour occuper les défilés qui séparaient les armées, afin que ce fourrage ne fût point inquiété à son retour.

Ce faux avis, porté à M. de Luxembourg de la part d'un espion qu'il croyait fidèle et sûr, fut cause que ce général négligea celui qui lui fut donné par un partisan qui lui manda que tous les défilés qui séparaient les armées étaient pleins d'infanterie, de cavalerie et de canon; et comme ce que le partisan lui marquait était conforme à l'avis qu'il avait reçu de son espion, il crut que ces troupes avancées dans les défilés n'étaient que l'effet des précautions qu'il savait que M. le prince d'Orange devait prendre pour la sûreté de son fourrage.

Voici les dispositions de M. le prince d'Orange. Ce détail m'a paru instructif.

Ordres donnés par le prince d'Orange pour attaquer l'aile droite de l'armée des Français à Hoves, au camp d'Halles, le 2 août 1692.

On donnera à l'infanterie et aux dragons autant de munitions que les soldats en peuvent garder auprès d'eux, afin qu'ils n'aient pas besoin au premier abord de chercher les chariots.

Chaque régiment d'infanterie sera pourvu de 24 outils, tant haches, pelles, que pioches. On aura un détachement de 460 travailleurs à la tête de chaque

ligne, avec des outils pour ouvrir les haies et remplir les fossés.

L'on enseignera aux généraux leurs postes avec le nombre de troupes à leur ordre.

Quand on se trouvera à portée, et même plus loin, chàque général aura toujours soin de faire tenir ses troupes en bon ordre et d'occuper tous les avantages du terrain et de s'en servir comme il jugera nécessaire dans l'occurence, sans s'attacher justement à l'ordre de bataille, ni attendre ou demander des ordres de son supérieur qui sera éloigné de lui.

Les généraux de la tête, du milieu et de la queue, auront soin, en se formant, de laisser des distances et des intervalles devant et à côté des escadrons et des bataillons, afin qu'on ait place pour soutenir et secourir avec ordre.

Les généraux, en occupant le terrain et attaquant les ennemis, tâcheront de laisser en réserve quelques escadrons ou bataillons, qui ne doivent se réunir aux troupes que par ordre. Ils ne s'en serviront que dans le besoin. Il faut que les généraux fassent part de leurs instructions aux principaux officiers qui commandent souseux, afinque, s'ils venaient d'être tués ou mis hors de combat, ceux-ci sachent dans quelle direction ils doivent employer les troupes des colonnes.

Les généraux auront aussi grand soin de bien infor-

mer les commandants des bataillons et escadrons, quand ils pousseront les ennemis, de ne point quitter leur ordre de bataille, de garder un front égal autant qu'il sera possible et de marcher lentement.

Disposition de la marche du 3 août.

300 chevaux commandés, gens choisis.
1 800 travailleurs commandés de l'infanterie.
10 bataillons.
10 pièces de canon de régiment.
6 pièces longues de l'artillerie.

PREMIER CORPS.

Première ligne.

13 escadrons.
7 bataillons.
12 pièces de canon de régiment.
6 pièces longues de l'artillerie.

Seconde ligne.

21 escadrons.

SECOND CORPS.

Première ligne.

13 escadrons.
6 bataillons.

12 pièces de canon de régiment.
6 pièces longues de l'artillerie.

Seconde ligne.

11 escadrons.
6 bataillons.

TROISIÈME CORPS.

Première ligne.

21 escadrons.
10 bataillons.
12 pièces de canon de régiment.
6 pièces de canon de l'artillerie.

Seconde ligne.

17 escadrons.
10 bataillons.

Surprise des corps détachés.

17 escadrons.
6 escadrons. } avec le bagage.
2 bataillons. }

Auprès de l'artillerie. . . . 2 bataillons.

Le prince d'Orange ayant fait disposer la nuit du 2 au 3 août l'ordre des troupes marqué par l'état ci-des-

sus, se mit le 3 août avant le jour à la tête de son avant-garde composée des meilleures troupes des Alliés. Sortant de son camp d'Halles, il marcha à la hauteur de Saint-Ernelle, passa à la cense d'Espinois, laissa Rebeck à sa gauche et le petit Enghien à droite; occupa en arrivant la hauteur de Stocou, porta son infanterie au hameau du haut Beu et en remplit les petits bois Moriau et les haies et les chemins creux du haut Bosquet; pendant ce temps-là son armée se rangeait en bataille sur la hauteur, à mesure qu'elle arrivait. Sur les 9 heures du matin, M. de Luxembourg qui était tranquille dans son camp, apprit que l'armée ennemie sortait de toutes parts des défilés, qui étaient fort près de la tête de son camp, qu'elle se mettait en bataille, et que la brigade des Bourbonnais, qui était campée hors de la ligne couvrant l'aile droite de la cavalerie, était déjà attaquée par un corps d'infanterie qui lui était fort supérieur. Dans cette surprise presque générale sur tout le front de l'armée, M. de Luxembourg se servit de toute sa vivacité ordinaire. Dans un moment l'armée eut pris les armes et se trouva en bataille à la tête de son camp. Ce général porta même un si prompt secours à la brigade des Bourbonnais, qui avait perdu son camp et abandonné quelques pièces de canon placées à sa tête (dont l'ennemi se servait déjà contre l'armée), que cette brigade et les troupes qui

avaient marché à son secours chassèrent les ennemis de ce poste et reprirent le canon. Ainsi l'affaire commença à se rétablir à la droite.

Le centre des Alliés, qui devait attaquer celui des Français, trouva des difficultés à l'aborder à cause des haies assez épaisses qui entouraient de petites prairies qui le couvraient; ce retard, qui empêcha d'attaquer en même temps la ligne sur tout son front, donna aux troupes le temps de se former; et lorsque l'ennemi, enflé du bon succès de sa gauche contre la brigade de Bourbonnais, voulut venir à la charge, il trouva une si grande résistance de la part des Français, que non-seulement il ne put aborder leur front, mais même qu'il fut contraint de se replier, surtout lorsqu'il vit que les troupes de sa gauche avaient perdu le terrain du camp de la brigade de Bourbonnais.

Ce terrain, abandonné sur tout le front, donna le moyen à la première ligne de l'armée du maréchal de s'avancer, et de donner par ce mouvement un espace suffisant à la seconde ligne pour se former derrière elle, car jusqu'alors ces deux lignes avaient bien été sous les armes, mais seulement à la tête de leur camp; de sorte que le camp de la première se trouvait encore tout tendu entre les deux lignes.

Enfin tout le front de l'armée, qui venait de se faire un champ de bataille à la faveur de son feu, s'avança

sur l'ennemi, qui, étant mis un peu en désordre par la perte d'hommes qu'il avait faite, fut rejeté en confusion dans les défilés dont il était sorti pour combattre, et contraint d'abandonner le canon qu'il avait posté à sa tête, et un champ de bataille couvert de 10 à 12 000 hommes morts.

Il est pourtant vraisemblable de croire que si la droite de l'ennemi, destinée à attaquer Enghien à la gauche des Français, ne s'était point égarée dans sa marche, et qu'elle eût attaqué cette gauche en même temps que le combat avait commencé à la droite et au centre, il aurait été difficile à M. de Luxembourg de soutenir un effort aussi général. Le récit que je viens de faire donnera matière à plusieurs réflexions.

Il est certain qu'il n'est pas possible à un général de se servir plus avantageusement de la découverte d'un espion que M. le prince d'Orange le fit en cette occasion. Il est certain même que le dessein de ce prince était grand, et devait réussir s'il avait été aussi vivement exécuté qu'il avait été judicieusement conduit au point de son exécution.

Ce prince ne devait pas se mettre en bataille à la sortie des défilés. Comme il marchait sur plusieurs colonnes, toutes ces colonnes devaient attaquer le front du camp qui leur était opposé, afin de porter partout la difficulté de prendre les armes et de for-

mer la ligne. Il suffisait que les colonnes pénétrassent pour mettre le désordre partout et assurer le succès de l'entreprise. Voilà comme il devait agir avec les troupes de la première ligne. Pour celles de la seconde ligne, il fallait les former en bataille, tant pour soutenir la première que pour ôter aux Français tout espoir de maintenir leur camp, en leur montrant un front prêt à agir et à poursuivre les avantages du combat.

Il ne faut pas donner le temps à une armée que l'on veut surprendre dans son camp, et il faut l'aborder avec tant de vivacité qu'on lui ôte la possibilité de se former. Cela seul force l'armée à une fuite honteuse et en désordre, et à l'abandon de son artillerie et de tous ses bagages. Voilà quelle a été la principale faute commise par M. le prince d'Orange dans l'exécution d'un projet d'ailleurs fort bien concerté.

Si le prince Charles avait suivi la règle que M. de Feuquières nous donne dans ses remarques sur la bataille de Steinkerque, et qu'il fût entré avec sa première ligne en colonne dans le camp prussien, à Sohr, pour séparer les troupes, en attendant que sa seconde ligne se fût mise en bataille pour la soutenir, l'avantage du terrain n'aurait pas sauvé l'armée prussienne de cette surprise. Elle aurait été entièrement défaite.

Tout le monde connaît les détails de la surprise de l'armée prussienne à Hochkirch. Le projet du maréchal Daun était beau, on ne peut y rien trouver à redire. Il est néanmoins à croire que si l'on eût porté de plus grandes forces sur la droite de l'armée prussienne, et que certains corps eussent agi plus vigoureusement, on aurait tiré un meilleur parti de la négligence qu'avait mise le roi de Prusse dans le choix de son camp. Le maréchal Daun ne sut pas profiter de sa victoire, il laissa prendre au roi une position peu éloignée, resta plusieurs jours en présence, et perdit ainsi les avantages que devait lui procurer un succès réel.

Les surprises d'armées en marche se rapportent aux règles que nous venons d'établir; les dispositions préparatoires sont absolument les mêmes. Arrivé sur l'ennemi, il faut engager le combat avec la plus grande vivacité, pour ne pas donner aux colonnes le temps de déployer. De pareilles entreprises arrivent maintenant moins fréquemment qu'autrefois. La quantité de troupes légères qui éclairent et couvrent la marche des armées, rend presque impossible de pouvoir les surprendre, surtout si le général qui commande ne néglige aucune des précautions prescrites par la prudence. M. de Feuquières offre dans ses mémoires plusieurs exemples d'armées en marche

surprises en tout[1] ou en parties[2]; rien de plus intéressant que les réflexions dont il accompagne ces récits. Je ne puis trop engager à les étudier, l'histoire des fautes des généraux est la meilleure confirmation que l'on puisse donner aux principes.

Surprise des corps détachés.

On ne songe pas toujours à surprendre des armées entières. Il est souvent encore plus avantageux de surprendre des corps séparés qui occupent des positions intéressantes. Celui du général prussien During, qui interceptait les vivres et les communications de l'armée autrichienne campée à Dresde et la resserrait extrêmement, fut surpris et battu par le général Beck, ce qui rendit les Autrichiens maître de l'Elbe jusqu'à Torgau, ramena l'abondance dans le camp, et ôta à l'ennemi la communication de la Silésie par la Lusace. Le corps du général Winterfel, retranché sur le Holzberg, qui couvrait l'armée du duc de Bevern, fut surpris, sous prétexte d'un fourrage, par le général Nadasti renforcé de la réserve du duc d'Aremberg. Winterfeld fit une très-belle défense, mais il fut tué, et ce corps battu. Les Prussiens furent en conséquence obligés d'abandonner la Lusace et de se retirer en Silésie.

1. Luzara, 1702.
2. Leuse, 1691.

Il n'y a point de règles particulières pour la surprise des corps détachés, l'attaque et la défense entrent absolument dans ce que nous venons de dire dans le chapitre précédent. Mais comme dans de pareilles expéditions on peut avoir beaucoup de chemin à faire pour regagner son camp après avoir surpris l'ennemi ; voici les mesures que l'on doit prendre dans sa retraite.

Après une surprise vous devez vous retirer par un chemin qui vous dispense de vous battre, parce que vos troupes doivent être fatiguées de la marche, de l'attaque et embarrassées des prisonniers et du bagage.

L'expédition ayant réussi, vous envoyez des patrouilles sur tous les chemins qui conduisent à l'ennemi, pour être averti à temps de tous les mouvements qu'il voudrait entreprendre contre vous. Si par la situation et par la distance où se trouve l'ennemi, vous pouvez vous en retirer par le chemin le plus court sans être exposé à le rencontrer, il n'y a pas de doute qu'il ne faille le faire. Mais si l'on pouvait craindre d'y trouver l'ennemi, on ferait semblant de se retirer par le chemin où il serait posté et à la nuit, se jetant sur la droite ou sur la gauche, on chercherait à rejoindre le gros de son armée par un détour au moyen duquel on éviterait l'ennemi.

Malgré toutes les précautions que vous aurez prises,

il se peut que les ennemis aient eu connaissance de votre entreprise et que votre expédition ayant plus duré que vous n'aviez d'abord pensé, le général ennemi ait d'abord le temps de faire marcher un gros corps de troupes pour vous attaquer dans votre retraite. S'il ne vous est pas possible d'éviter d'en venir à un combat, il faut choisir un terrain qui vous soit favorable par rapport à la qualité et au nombre de vos troupes.

Si auprès de l'endroit où vous vous trouvez, lorsque vos batteurs d'estrade découvrent les ennemis, il y a un gué, un pont, un défilé que vous deviez passer, et que les ennemis de leur côté doivent le passer après vous, il faut hâter votre marche pour laisser ce passage derrière vous ; si ce gué, ce pont, ou défilé se rencontre sur le flanc, il faut faire un détachement pour le masquer et le disputer aux ennemis pendant que le gros de vos troupes continue sa marche ; si vous l'avez en tête, il faut attaquer les ennemis quand ils déboucheront.

Si vous ne pouvez envoyer devant vous votre butin avec un détachement, crainte d'affaiblir vos troupes, vous devez le faire marcher entre elles et l'endroit opposé à celui par où les ennemis viennent, afin de n'être pas embarrassé lorsqu'il vous faudra agir. Dans le moment que vous ferez halte pour combattre, la garde de

vos prisonniers, que vous devez avoir eu la précaution de faire entièrement désarmer, doit les obliger de s'asseoir et menacer de tuer le premier qui oserait remuer. Cette garde doit être composée d'infanterie et de cavalerie ; l'infanterie ne pouvant faire feu que sur quelques-uns parmi plusieurs qui peuvent prendre la fuite à la fois par différents côtés.

Si vous réussissez à battre l'ennemi, il faut détacher seulement quelques troupes après lui pour augmenter sa déroute, mais continuer la marche. Si vous avez le dessous, il faut en ce cas faire retraite avec toutes les précautions requises, sacrifiant s'il le faut vos prises à l'ennemi. Le but de l'expédition n'en est pas moins rempli.

Surprise des quartiers de l'ennemi.

Si on veut surprendre l'ennemi dans ses quartiers il faut savoir comment ils sont établis, quelle étendue ils occupent, quelles facilités ils ont à s'entre-secourir, à quoi leurs flancs sont appuyés, quels obstacles couvrent leur front, par quels chemins ils sont plus accessibles ; s'il y a des défilés, des rivières, des ravins, des marais à franchir, si la chaîne des postes et des gardes est bien ou mal disposée, et si les patrouilles, les partis et les détachements veillent comme il convient à leur sûreté. D'après ces connaissances on forme

son projet de surprise, et l'on tâche en même temps d'endormir son adversaire, ou de lui faire illusion en affectant d'autres desseins. On combine et l'on compasse avec justesse et avec le plus grand secret toutes les mesures relatives au rendez-vous des troupes, à la marche et aux attaques. Le moment de l'exécution arrivé, on use de la plus grande diligence, on marche avec toute la célérité compatible avec l'ordre, on fait en sorte de couper les détachements, les postes avancés et les corps-de-garde ennemis, on attaque brusquement, et après avoir pénétré on tire de ses avantages tout le fruit qu'on s'était proposé ou que les circonstances rendent possible. Par de telles expéditions l'on peut, sans presque rien hasarder, réparer d'un seul coup les pertes d'une campagne et changer entièrement la face de la guerre.

Si votre dessein n'est que de forcer un ou plusieurs quartiers séparés ou découverts, il ne faut point risquer, dès que vous avez réussi, de perdre ce que vous venez de gagner, en voulant tenter un nouveau combat contre des troupes fraîches et plus nombreuses; vous devez même vous retirer assez promptement pour ne pas donner le temps à l'ennemi de marcher au secours des troupes battues. Mais si vous en voulez à tous les quartiers, si vous faites par conséquent agir la plus grande partie de vos forces, et si vous avez bien dis-

posé vos moyens, vous devez suivre vos premiers succès et pousser l'ennemi vigoureusement jusqu'à ce que votre but soit totalement rempli.

On a déjà vu avec combien d'art et de sagesse le maréchal de Turenne surprit les quartiers des Impériaux en Alsace. Les exemples de pareilles entreprises ne manquent pas, mais il y en a très-peu qui soient un modèle achevé de science et de conduite comme celle de ce grand général. On revient avec plaisir à de tels maîtres, on s'arrête volontiers à leurs leçons.

Le maréchal de Turenne voyait les ennemis avec une armée nombreuse maîtres de la haute Alsace, d'où il n'était point en état de les déloger de vive force. Il eut recours à la ruse. Après avoir garni Saverne, Haguenau et la Petite-Pierre des troupes nécessaires à leur défense, il retira le reste en Lorraine et dans la Franche-Comté comme pour leur y faire prendre des quartiers. Lui-même, ayant tout réglé pour le grand dessein qu'il méditait, partit pour la cour. Cette conduite l'exposa à la critique du public, même des officiers de son armée, qui ne pénétraient point ses vues et l'accusaient d'avoir abandonné inutilement toute la province. Les ennemis, dès qu'ils le virent éloigné, persuadés qu'il ne songeait plus à les inquiéter, se répandirent dans la haute Alsace où ils occupèrent différents quartiers et les principales villes; en sorte

qu'ils tenaient plus de 100 kilomètres de pays. Leur quartier-général était à Colmar, où l'électeur de Brandebourg avait établi sa cour. Le maréchal de Turenne, voyant ce qu'il avait prévu réussir à souhait, revint au mois de décembre pour exécuter son projet. Il avait marqué un rendez-vous aux troupes, et chaque corps, marchant par une route différente, ignorait le mouvement des autres. Il les trouva rassemblées près de Béfort, après une longue marche le long des montagnes des Vosges. Il pénétra par cet endroit en Alsace et se porta au milieu des quartiers ennemis. Plusieurs furent enlevés, d'autres battus en chemin avant qu'ils eussent eu le temps de se réunir. Le gros de leur armée se forma entre Turkheim et Colmar, où malgré l'avantage de son poste elle fut battue et obligée de repasser précipitamment le Rhin.

Les quartiers que l'armée de l'Infant prit en 1746, contre l'avis du maréchal de Gages et du maréchal de Maillebois, mais conformément aux ordres du conseil de Madrid, qui voulait toujours commander les armées et asservir les généraux à ses vues bizarres et directement contraires aux règles de la guerre, ces quartiers, dis-je, étaient encore plus dispersés que ceux des Impériaux en Alsace, et tenaient plus de 320 kilomètres de pays. Le roi de Sardaigne forma le projet d'enlever celui d'Asti, où M. de Montal était

avec 10 bataillons. Les mesures furent si bien prises et si bien compassées, et M. de Leutrum chargé de l'exécution fit tant de diligence, que les différents corps arrivant tous à la fois par différentes directions sur les points qui leur étaient assignés, M. de Montal se vit investi et enveloppé de toutes parts avant d'avoir eu la moindre connaissance de leur mouvement, et fut obligé de se rendre prisonnier de guerre avec tout son corps. Les Espagnols levèrent conséquemment le siége d'Alexandrie, et cette reddition fut une des causes principales de leurs revers.

Selon que l'ennemi est plus ou moins clairvoyant et habile, il faut plus ou moins de finesse pour l'abuser et le surprendre. On est cependant toujours répréhensible lorsqu'on néglige des précautions essentielles ou qu'on ne choisit pas les meilleurs moyens. Ceux que les Autrichiens employèrent en 1745 pour faire illusion aux Prussiens et surprendre leurs quartiers eussent été, à mon avis, insuffisants contre un ennemi d'une médiocre intelligence, à plus forte raison l'étaient-ils contre un adversaire très-éclairé et très-vigilant. Instruit de leurs desseins il les tourna contre eux, et les surprit d'autant plus aisément qu'ils méditaient une surprise. Voici le fait :

Après avoir gagné la bataille de Sohr, le roi de Prusse donna ses dispositions sur les frontières de la

Silésie pour empêcher les Autrichiens de troubler les quartiers qu'il voulait y faire prendre à son armée. Il y établit une chaîne de postes bien fortifiés, y fit de grands abatis et barra tous les passages par où les partis ennemis auraient pu se glisser; ensuite de quoi décampant de Traûtenaû, franchissant les défilés de Schatzlar et venant camper entre cette ville et Liebaû, il cantonna sa cavalerie dans les plaines de Schweidnitz et de Strigaû, et l'infanterie au pied des montagnes. Il poussa en même temps de gros détachements vers les villes de Hirschberg et de Greiffenberg, contiguës à cette langue de terre assez étroite qui de la Bohême s'avance en Silésie et en Lusace. Il prit enfin son quartier à Ronstock, où il régla les quartiers d'hiver, après quoi il partit pour Berlin, laissant le commandement de l'armée au feld-maréchal prince Léopold.

Le prince Charles de Lorraine, qui avait laissé repasser aux Prussiens leurs frontières sans mettre en mouvement son armée campée aux environs de Jaromitz, faisait répandre le bruit qu'elle prendrait aussi immédiatement ses quartiers d'hiver, que plusieurs régiments avaient déjà défilé vers la Moravie, d'autres vers l'intérieur de la Bohême, et quelques-uns vers les cercles de Buntzlau et de Leitmeritz. Mais le prince Léopold, qui ne voulait pas être la dupe d'un faux

bruit, ni d'une fausse démonstration, n'épargnant aucun soin pour pénétrer les véritables intentions du Prince Charles, découvrit bientôt qu'un corps considérable de troupes légères, soutenu d'un gros détachement de cavalerie et d'infanterie réglée, s'avançait vers Boehmisch-Friedland, et que l'armée le suivait à petites journées en deux colonnes, dont l'une tenait presque le même chemin et l'autre avait pris celui de Zittau. Il sut de plus qu'on établissait des magasins dans les deux Lusaces, et qu'un corps de 10 000 Autrichiens aux ordres du général Grune venait de l'armée du Rhin par le Voigtland, marchant avec la plus grande célérité, de sorte que la destination semblait devoir naturellement rouler sur toute autre chose que sur des quartiers d'hiver. Au lieu donc d'y faire entrer l'armée prussienne, le prince Léopold la fit sortir de ses cantonnements, et la mit plus bas vers le Bober et la Queiss, afin de prévenir l'ennemi, au cas qu'il voulût faire quelque tentative du côté de la Lusace, et en donna sur-le-champ avis au roi. Ce monarque, faisant de son côté éclairer la marche du général Grune, apprit qu'il la dirigeait vers la Saxe, pour de là tomber sur Berlin, tandis que le prince de Lorraine percerait par la Lusace vers Sagan et Crossen, afin de couper au prince Léopold la communication avec le Brandebourg, et de donner de l'occupation au prince

d'Anhalt, qui, ayant ses quartiers trop dispersés, ne pourrait guère s'opposer à cette invasion, et courrait même risque d'être battu en détail. Voyant donc clair dans les desseins de ses ennemis, le roi ne balança pas à les prévenir, ordonna au prince d'Anhalt d'assembler immédiatement son armée aux environs de Halle et partit lui-même de Berlin pour aller se mettre à la tête de celle qui était en Silésie. A son arrivée il y fit d'abord rentrer tous les détachements, excepté ceux des généraux de Nassau et de Hautcharmoi, qui eurent ordre de descendre de la haute Silésie dans la basse, et de couvrir les frontières, que les autres venaient de quitter; et instruit que tout ce qu'on croyait des intentions des ennemis était exactement vrai, qu'ils avaient ouvert plusieurs routes pour la marche d'une armée, tant vers Buntzlau et Sagan que vers Crossen et le pays de Brandebourg, il se mit en mouvement, sans plus différer, vint à Naumbourg, passa la Queiss, entra inopinément en Saxe, et surprit les quartiers de Hennersdorf, où 4 régiments saxons cantonnaient avec assez de négligence. De là il poussa à Gorlitz, où il fit prisonnière la garnison et trouva un amas considérable de fourrages et de vivres. L'armée ennemie s'y rassemblait, mais ce qu'il y avait déjà de troupes, au lieu d'attendre les Prussiens, se hâta de gagner la Neiss, pour s'en couvrir et en disputer le pas-

sage. Le roi ne jugeant pas à propos de lui laisser le temps de revenir de sa surprise continua sa marche avec la plus grande célérité, et prit chemin faisant plusieurs magasins, mais en arrivant aux bords de la Neiss, il trouva que le général autrichien avait décampé et s'était dirigé sur Zittau. Il détacha d'abord l'avant-garde pour le harceler dans sa retraite. Ce détachement l'atteignit lorsque, ayant dépassé Zittau, il s'établissait sur les hauteurs de l'autre côté vers le chemin de Gabel. Les Prussiens s'emparèrent à sa vue de la ville et des faubourgs, pour donner au roi le loisir d'arriver avec toute son armée. Mais les troupes ennemies prirent le parti de lever les piquets à deux heures après minuit et de se retirer en Bohême par les défilés de Gabel. L'avant-garde prussienne ne s'en aperçut qu'à la pointe du jour; malgré cela elle les poursuivit, leur fit beaucoup de prisonniers et leur enleva la moitié de leurs bagages. Zittau pris, la Lusace évacuée, le plan des ennemis avorté, leurs préparatifs détruits, le roi marcha vers Budissin pour s'approcher de l'Elbe et du prince d'Anhalt, qui de son côté ayant surpris vers Skeuditz le quartier du général Sybilski, et ensuite le fameux retranchement du général Rénard, et s'étant en conséquence emparé de Leipsig et de Torgau, venait d'exécuter l'ordre du roi de marcher en grande diligence à Meissen, et de se

rendre maître de ce poste et du pont qui était sur l'Elbe. Le roi fit passer sur ce pont un corps de 10 bataillons et de 40 escadrons aux ordres du général Lehwald, pour renforcer celui du prince d'Anhalt et le mettre en état d'aller chercher les ennemis. Le prince d'Anhalt marcha à l'instant; il joignit, attaqua et battit l'armée saxonne à Kesselsdorf. Le prince de Lorraine, qui était redescendu en Saxe par Aussig et Peterswald, quoique à portée du combat, n'en fut que simple spectateur, apparemment pour ne pas aventurer une armée qui était son unique ressource pour couvrir la Bohême. Cette victoire de Kesselsdorf rendit le roi absolument maître de la Saxe : Dresde se rendit aussitôt; et il fit marcher divers détachements vers Freyberg et les autres villes du cercle des montagnes (*Erzgebirgischer Kreis*), pour empêcher l'ennemi d'y établir ses quartiers, ce qui le contraignit de l'abandonner entièrement et de se renfermer dans la Bohême.

Je me suis un peu étendu sur ces opérations, parce qu'elles m'ont paru très-instructives. Le roi de Prusse par sa prévoyance, par la sagesse de ses dispositions et par la rapidité de ses mouvements, prévint et renversa tous les desseins de ses ennemis. Ceux-ci manquèrent le coup par leur peu de finesse à masquer leur projet, dans l'exécution duquel on peut les accuser à la fois de précipitation et de lenteur. S'ils avaient

imité la conduite de M. de Turenne, le prince Léopold eût certainement fait entrer l'ennemi en quartiers d'hiver, et ils auraient pu alors prendre des mesures bien concertées pour le surprendre; mais ne voulant pas laisser bien mûrir le projet, ni se mettre par conséquent eux-mêmes en quartiers avant d'avoir entrepris quelque chose, ils doivent au moins tomber brusquement sur ceux du prince d'Anhalt, qui étaient dispersés de façon à ne pouvoir se rallier dans 8 jours et non lui donner le temps, comme ils firent, d'assembler son armée. Celle-ci battue, il leur était libre de porter la guerre dans le cœur des États du roi; et tandis que l'armée autrichienne et la saxonne, chacune de son côté, aurait occupé les Prussiens, le corps du général Grune se serait jeté dans le Brandebourg, qui se trouvait dénué de troupes, aurait ruiné le plat pays de fond en comble, et se serait rendu maître de la capitale. Mais tout le contraire arriva, car le roi prévint ses ennemis, transporta la guerre chez eux, et les contraignit enfin à demander la paix.

Il n'y a point d'opération à la guerre, ni petite ni grande, où la surprise ne puisse avoir lieu. Outre celles dont nous venons de parler dans cet article et les surprises de places dont nous parlerons dans la suite, il est sensible que les enlèvements de convois, les attaques de fourrages et de postes, les passages de rivié-

res et de montagnes, l'invasion subite d'une province, ne peuvent se bien faire que par surprise. C'est pourquoi très-souvent une expédition, pour être facile et heureuse, doit être exécutée dans le temps où la nature paraît y opposer les plus grands obstacles. Annibal descendit en Italie lorsque les Romains croyaient que des montagnes de glace lui barreraient les passages, lui en fermeraient l'entrée [1]. Turenne envahit de même l'Alsace au milieu des neiges et des frimats qui rassuraient les Impériaux. Le roi de Prusse conquit la Silésie au cœur de l'hiver. Tous trois ont su surprendre leurs ennemis; et ceux-ci n'ont surpris que parce qu'ils ne songeaient pas qu'on peut l'être, malgré tous les obstacles, dès qu'on manque de vigilance [2].

Passage des rivières.

Le passage des rivières est une des opérations militaires qui demande le plus de précautions et de capacité, surtout quand elles sont défendues par un ennemi actif et vigilant.

La rivière qu'un général d'armée se propose de pas-

1. Le premier consul de la République française, à la tête des héros de Marengo, trompa de même l'armée autrichienne en traversant les Alpes par des chemins jugés impraticables et se jetant sur ses derrières.

2. Voyez l'ouvrage de M. de Silva, intitulé *Pensées sur la Tactique et la Stratégique*, p. 194 et suivantes.

ser en présence de son ennemi est guéable, ou elle ne l'est pas. Si c'est à gué, que ce général est résolu de tenter le passage, il doit d'abord examiner la nature du terrain qui borde l'aure côté de la rivière, pour choisir celui où il n'y a pas de hauteurs d'où l'ennemi puisse l'incommoder avec son artillerie. Il ne doit pas moins examiner celui qui peut lui être avantageux de son côté pour l'emplacement de ses batteries. Il doit en outre observer le cours de la rivière; si elle n'est pas d'une nature à grossir tout d'un coup, soit par les pluies, soit par les neiges, soit par les écluses. Il doit faire reconnaître si l'ennemi n'a pas rompu les gués; s'il s'est retranché sur le bord de la rivière; en quoi consistent ses ouvrages. Le général doit encore connaître, autant qu'il lui est possible, l'esprit et le caractère des généraux ennemis, et sur toutes choses s'informer des postes où chacun commande, pour passer du côté de celui qui est le moins vigilant.

Avant que de s'approcher de la rivière il faut avoir formé son plan d'attaque et avoir donné les dispositions en conséquence; l'ordre de marche doit être conforme à celui de l'action. On doit choisir son temps et mesurer si bien sa marche qu'on puisse arriver quatre heures avant le jour, de peur que l'ennemi ne se règle sur votre disposition qu'il importe bien de lui cacher. On a ainsi tout le temps de se former et

d'établir ses batteries dans les lieux les plus avantageux. Il faut observer en les plaçant que leurs emplacements soient différents pour que les tirs soient croisés et d'écharpe. Il faut élever en diligence des épaulements le long des bords de la rivière pour y loger bon nombre de fusiliers, car c'est particulièrement dans ces sortes d'actions que les feux de toutes espèces sont nécessaires pour éloigner l'ennemi, et se donner le temps de faire passer un corps considérable de troupes.

Avant d'entreprendre le passage on fait sonder les gués pour voir si les ennemis ne les ont pas rompus ou embarrasés; car ces sortes de précautions sont l'affaire d'un moment, n'y ayant rien de plus facile que de rendre un gué impraticable. Les arbres entiers, les tables clouées et les piquets sont ce qu'il y a de plus dangereux. Les gués piquetés sont ceux qui donnent le plus de peine à purger. Les puits en donnent beaucoup aussi. Les chausses-trapes seraient capables de rendre un gué absolument impraticable, si elles ne s'enfonçaient dans les boues ou dans les sables. Les premiers qui passent en sont d'abord incommodés; mais ceux qui suivent n'en ont pas beaucoup à craindre. Si cependant le fond du ruisseau était de bonne tenue, les chausses-trapes seraient très-dangereuses. Je ne vois d'autres moyens pour les rendre

inutiles que de faire provision d'un grand nombre de claies, que les soldats se donnent de main en main, pour enfoncer dans la rivière au moyen de pierres dont on les charge. Il n'est pas toujours facile de purger les gués, à moins que ceux qui sont chargés de ce travail ne le fassent à la faveur d'un si grand feu de canon et de mousqueterie que l'ennemi ne puisse y apporter aucun obstacle.

Lorsqu'il y a un ou deux gués dans une rivière, quoique voisin l'un de l'autre et qu'on ne puisse y passer sur un front de plusieurs bataillons, il est toujours avantageux et même nécessaire de jeter un ou deux ponts au-dessus ou au-dessous. Car outre qu'il pourrait arriver qu'un orage grossît subitement la rivière au point de rendre les gués impraticables, on a de plus l'avantage très-réel de porter plus de troupes à la fois sur l'autre rive. Quelles que soient les troupes qui passent un gué, elles doivent, s'il est rapide, le traverser sur autant de front que sa largeur le permet et se tenir bien serrées, afin de mieux résister à la force du courrant, de passer plus vite et de se trouver à peu près en ordre à mesure qu'elles sortent à l'autre bord.

Si la rivière qu'on veut passer a beaucoup de rapidité, il faut mettre au haut des gués quelques escadrons de cavalerie qui se tiennent fermes et serrés,

afin que la force du courant se rompe contre eux, tandis que l'infanterie passe plus bas. Il est à propos que l'infanterie interrompe de temps en temps son passage et que les escadrons se retirent pour un peu de temps, afin de laisser couler les eaux qu'ils ont retenues, avant que la force de ces mêmes eaux puisse les emporter. Il est bon aussi de mettre un peu au-dessous des gués des escadrons, afin que les fantassins qui sont entraînés par le courant puissent s'arrêter à ces escadrons et se sauver par leur moyen. Il ne faut cependant pas que ces escadrons-ci soient assez serrés pour que le cours de l'eau en soit arrêté.

Si par une pluie qui continue ou par des neiges qui fondent la rivière croît à chaque instant, on ne doit pas s'engager à la traverser, à moins qu'à proportion de la crue d'eau on ne soit assuré qu'avant qu'il cesse d'y avoir de gués on pourra faire passer de l'autre côté toutes les troupes, l'artillerie, les vivres et les munitions qu'on croit nécessaires pour la défense et les subsistances des troupes passées[1]. S'il y a différents gués à telle distance les uns des autres que les troupes qui y passeraient soient en mesure de pouvoir s'entre-secourir (si l'ennemi voulait s'opposer

1. Ceci doit s'entendre dans le cas où le passage s'effectuerait assez à portée de l'ennemi pour qu'on eût à craindre qu'il profitât de cet accident pour attaquer le corps livré ainsi à ses propres forces.

à leur passage), il faudrait partager l'armée en autant de colonnes qu'il y aurait de gués, et l'armée passant ainsi par tous à la fois se trouverait plus tôt en force sur la rive opposée[1].

Si le terrain de l'autre côté de la rivière est coupé par des ruisseaux, des haies, des murailles, des jardins ou ravines, il faut faire passer toute l'infanterie la première; mais si le pays est de plaine, il faut commencer par la cavalerie et faire munir de chevaux de frise l'infanterie. Lorsque toute l'armée a passé, si on a dessein d'attaquer celle des ennemis, il faut disposer les troupes suivant la nature du terrain, et s'avancer dès que les colonnes sont formées.

Jusqu'ici j'ai supposé l'ennemi retranché dans une position en arrière de la rivière, et l'armée qui exécute le passage n'ayant d'autres difficultés à surmonter que celles du terrain. Mais supposons maintenant l'armée à portée : voici les nouvelles précautions qu'il y aura à prendre. Arrivé sur le bord de la rivière, d'après la position de l'ennemi que l'on doit avoir fait reconnaître, autant que possible le général se décidera soit à tenter le passage de vive force, soit, masquant son mouvement, à aller passer plus haut ou plus bas, à des passages reconnus d'avance qui le porteront sur un des flancs de l'ennemi.

1. Il faut suivre la même règle au passage des défilés.

Si, trouvant l'ennemi trop bien retranché, on se décide à aller passer plus haut ou plus bas la rivière, on fera tous les préparatifs comme si l'on devait attaquer véritablement, on établira des batteries. Au commencement de la nuit on fera marcher un gros corps vers l'endroit désigné ; à la pointe du jour on commencera une fausse attaque pour détourner l'attention de l'ennemi et faciliter le passage du corps qui doit se porter au-delà de la rivière. Dans une telle expédition il ne faut que le secret et une grande célérité pour éviter que des espions ou déserteurs ne préviennent l'ennemi de vos mouvements. C'est pour cela qu'il faut redoubler la chaîne des troupes légères le long des bords de la rivière.

Si l'ennemi se trouvait posté dans le seul endroit où il soit possible de traverser la rivière, et que ce passage soit absolument nécessaire, après avoir établi des batteries de gros calibre dont le tir croise bien en avant de la sortie des gués, on s'avancera en colonne à travers la rivière. Mais comme dit M. de Clairac, lorsqu'il est question de passer de vive force une rivière, soit qu'on la traverse par des gués naturels ou qu'on a rendus praticables, soit que ce soit en bateau, sur des radeaux ou à la nage, il est toujours indispensable, dès que les premières troupes ont passé, et qu'elles commencent à se retrancher, de se procurer

une communication commode et sûre. Il faut donc au moins jeter un pont.

Voici deux ordres de bataille que propose M. le chevalier de Folard pour passer une rivière à gué de vive force.

Première disposition.

« L'armée est en bataille sur le bord de la rivière, « l'infanterie rangée sur une ou deux lignes de co- « lonnes, quelques pelotons de carabiniers de la ca- « valerie enchâssés entre elles. Supposant la largeur « du gué de deux bataillons de front; il passera d'a- « bord six colonnes de front, de deux ou trois sections « chacune. Les rangs et les files serrés, la baïonnette « au bout du fusil, les soldats ayant la précaution de « tenir leurs armes hautes et leurs fourniments au- « dessus de la tête ou sur l'épaule. Si l'ennemi se « présente à cette première tête pour l'attaquer, ces « colonnes s'avanceront pour le charger fort ou faible, « afin de laisser un terrain pour les autres colonnes, « qui, à mesure qu'elles arriveront, doubleront à côté, « pour former peu à peu une ligne. La cavalerie qui « suivra l'infanterie se formera, après avoir passé, ou à « la droite de l'infanterie, ou à sa queue, ou entre les « colonnes d'infanterie, suivant la disposition du ter- « rain. On placera aussi quelques brigades d'artillerie

« à la tête de l'infanterie. A mesure que l'armée traver-
« sera la rivière et que les troupes les premières
« passées gagneront du terrain, celles qui les suivent
« se formeront pour les soutenir. »

Seconde disposition.

« La première ligne composée de toute l'infanterie
« est rangée en colonnes, avec plusieurs brigades
« d'artillerie à sa tête. »

« La seconde ligne composée de la cavalerie a sur
« ses deux flancs une brigade d'infanterie. Les dra-
« gons en réserve sont partagés en trois corps. Le point
« intéressant, ajoute-t-il, est de tâcher de percer le
« centre de l'ennemi par un grand effort : car dès
« qu'une armée ennemie est séparée de ses ailes, il y
« a rarement du remède. »

Il est inutile de dire qu'il faut, avant de passer une
« rivière de vive force, foudroyer d'artillerie le bord
« opposé, afin de ruiner les redoutes ou épaulements
« qui couvrent l'ennemi et l'obliger ainsi de se retirer.
« On sait aussi que les équipages de l'armée ne doi-
« vent passer la rivière que quand l'armée a pris poste
« de l'autre côté de façon à n'y avoir rien à craindre
« de l'ennemi. »

Passage des rivières sur des ponts.

Si la rivière qu'on veut passer n'est pas guéable, il faut reconnaître exactement l'endroit le plus commode pour construire un pont. On fait en sorte de trouver au bord de la rivière un coteau qui commande la plaine qui est de l'autre côté, afin d'y placer des pièces de canon qui empêchent les ennemis de s'y mettre en bataille. On choisit encore, autant qu'il est possible, le terrain où la rivière fait un angle rentrant[1], afin qu'en établissant des batteries à droite et à gauche elles puissent croiser sur le lieu où l'ennemi peut se porter pour s'opposer à la construction du pont. Il faut observer aussi qu'il y ait au débouché sur l'autre bord

1. Dans l'article *pont*, de *l'Encyclopédie* (édit. de Genève, chez Pellet, 1777), on trouve un principe contraire, le voici : « Il ne faut jamais construire de pont dont la tête soit dans le rentrant de la rivière, parce que l'ennemi pouvant se développer à l'autre rive sur les saillants, vous bat de ses batteries en tirant de la circonférence au centre, tandis que les vôtres sont dans une position contraire et conséquemment défavorable. »

Ce principe, contraire à celui que j'avance, et qui est généralement admis, est mal défendu, car quelque part qu'on jette le pont, il n'en sera pas moins le centre des feux de l'ennemi ; et l'arc sur lequel il se développera sera bien plus étendu, si la tête du pont se trouve plutôt au saillant qu'au rentrant ; enfin, les batteries qui doivent le protéger sont bien moins avantageusement placées, si la tête du pont est dans un saillant. Ce qu'il y a de spécieux à dire en faveur de cette position, c'est que l'ennemi peut vous enfermer dans un rentrant resserré (*Aide-Mémoire*, 3e édit., 1801, p. 1038).

une place assez spacieuse pour mettre les troupes en bataille, lorsqu'elles auront passé la rivière.

Ayant déterminé le lieu où l'on veut passer la rivière, on se munit des bateaux ou pontons qu'on juge nécessaires pour cette entreprise, ou, à leur défaut, de plusieurs pièces de bois et de cordages pour construire des radeaux. Ce convoi s'avance dans le plus grand silence vers la rivière, afin que les gardes et patrouilles des ennemis ne puissent en juger la direction.

Le rendez-vous du convoi est vis-à-vis l'endroit où l'on a résolu de traverser. Dès qu'on y est arrivé, on fait passer un détachement d'infanterie, muni d'outils à pionniers, pour s'établir diligemment de l'autre côté, dans l'endroit le plus avantageux pour protéger la construction du pont.

Quelquefois la proximité de l'ennemi ou les localités obligent d'assurer son passage et ses ponts par des retranchements qui en protégent et défendent le débouché. Alors on fait accompagner l'avant-garde par un bon nombre de travailleurs. Lorsque l'avant-garde est passée, elle doit se porter en avant de manière à saisir tous les avantages du terrain, et à laisser aux travailleurs l'espace nécessaire pour construire un retranchement proportionné à l'importance du débouché et au nombre de troupes destiné à le défendre.

La figure 1 de la planche I indique à peu près la manière de poster son avant-garde, en profitant des avantages des localités.

Lorsque les travailleurs sont arrivés sur l'autre bord, ils construisent promptement une demi-lune, qu'on palissade si l'on en a le temps; lorsqu'elle est achevée, on fait passer de nouvelles troupes qui se retranchent de même sur la droite et sur la gauche de ce premier ouvrage. Si l'ennemi n'inquiétait pas ce premier travail, mais que l'on dût craindre qu'il ne vînt avec des forces considérables pour attaquer l'armée occupée de son passage, il faudrait faire passer assez de travailleurs, d'outils, de sacs à terre et de sacs à laine pour construire un ouvrage plus fort et plus régulier, dont les branches seront défendues par des batteries établies sur le bord opposé, et par les grenadiers qui sont derrière les épaulements qu'on a eu le soin d'y pratiquer en arrivant.

« Indépendamment de cet ouvrage, qui sera plus que suffisamment garni à huit hommes par 2 mètres de développement, et où le reste des troupes ne doit que défiler, l'on ne peut se dispenser de chercher un terrain sur lequel elles se retranchent, ou se barricadent avec des abatis ou des chevaux de frise, à mesure qu'elles déboucheront.

« Ce champ de bataille, ou plutôt cet entrepôt, ne

peut, ce me semble, être mieux placé qu'en deux parties sur les flancs de la pièce qui, les débordant, les protégera de son feu. Sans cette circonstance, on ne pourrait leur donner trop de profondeur; j'estime quelle ne peut être moindre que de 120 mètres, pour que les troupes qui y sont postées ne soient point embarrassées dans leurs manœuvres par celles qui fileront sur leurs derrières.

« Comme ces retranchements s'allongent à proportion du nombre de ceux qui y entrent, l'on voit qu'ils ne peuvent être fermés par une de leurs extrémités. M. le marquis de Santa-Cruz propose, pour y remédier, de les traverser à chaque distance de 5 ou 600 pas par une coupure tirée de la ligne à la rivière, ou d'y suppléer par une redoute. Cette précaution ne peut être que bonne, mais voilà le terrain coupé, ou embarrassé et déterminé. Si la rivière est étroite, l'on peut, je crois, se dispenser de ce surcroît de travail, en ce que l'ennemi ne pourrait attaquer par là sans prêter le flanc au retranchement qui doit, avant toutes choses, avoir été élevé sur la rive opposée.

« Il est sinon indispensable, du moins très-nécessaire, suivant ce judicieux auteur, de construire un deuxième pont dès que le premier est achevé, ne fût-ce que pour éviter le péril où se trouverait ce qui aurait passé la rivière, si quelque accident causé par l'ar-

tillerie ou autrement dérangeait le premier, de manière à couper la communication.

« Le retranchement dont nous venons de parler doit alors être compris en entier, ou du moins en partie, entre leurs deux têtes; l'on retire même de là un grand avantage, qui est qu'en cas de rupture de l'un des ponts, le reste de l'armée peut non-seulement marcher au secours de l'ouvrage qui le couvre, mais encore qu'en supposant cette ligne finie, elle ne craint point d'être prise en flanc. Les têtes de ponts ont des portes, parce qu'elles doivent subsister au moins pendant quelque temps, et qu'il faut d'ailleurs qu'elles communiquent de droite et de gauche, mais l'on n'en fait point aux parties de lignes qui y aboutissent. Lorsque toute l'armée, ou du moins un nombre à peu près égal à celui qu'elle a en tête, est passé avec de l'artillerie, si l'on veut s'avancer dans la campagne, les troupes (chaque corps devant soi) rabattent en pente douce le parapet et la contrescarpe dans le fossé pour sortir en bataille, et éviter par là le danger d'être chargées en défilant.

« L'on voit combien la vigilance et l'attention sont nécessaires dans une entreprise aussi hasardeuse que celle qui fait le sujet de cet article. Il faut, par quelque manœuvre adroite, avoir écarté l'ennemi pour avoir le temps d'élever le retranchement et les batte-

ries destinées à lui défendre l'accès du lieu où abou-tiront les ponts. Ce retranchement doit être dans un emplacement favorable, tant par quelque supériorité que par un coude de la rivière, qui aide à croiser les deux en avant. Enfin des troupes qui sont sur l'autre rive, une moitié doit travailler, chacun ayant ses armes à deux pas devant soi, et l'autre la couvrir en bataille. Les uns doivent relever les autres d'heure en heure, et si l'ennemi marche à eux avant que les parapets soient formés, c'est des fossés mêmes (où ils seront mieux couverts par la contrescarpe) qu'ils doivent se défendre; en quoi ils seront encore mieux aidés par le feu de l'autre rive qu'ils cesseront par là de masquer [1]. »

Si le lit de la rivière était si large que le feu des grenadiers ne portât pas de l'autre côté, ce qui n'est pas ordinaire, les branches de l'ouvrage pourront tirer leur défense des demi-lunes ou des retranchements qu'auront faits à droite et à gauche les premières troupes, ou bien on observera de ne tenter le passage d'une pareille rivière que vis-à-vis d'une île, dont on se sera d'abord emparé, et dans laquelle on établira ses batteries.

Pendant qu'on est occupé à s'assurer du bord de la rivière, on ne perd pas de temps pour travailler à la

1. Clairac, l'*Ingénieur de Campagne*.

construction du pont. Dès qu'il est achevé, on y fait passer promptement les troupes. Mais si les ennemis sont en présence, il faut, avant qu'elles passent, avoir achevé l'ouvrage ou tête du pont, parce que les troupes courraient risque d'être défaites par l'ennemi, qui les attaquerait à mesure qu'elles se présenteraient sur l'autre bord. L'ouvrage étant fini, on y fait entrer autant de grenadiers qu'il en peut contenir, avec quelques pièces de campagne. Et comme le canon qui est placé de l'autre côté de la rivière tient les ennemis éloignés, on peut alors faire passer la cavalerie en diligence, ce qui ne peut cependant se faire que lorsque l'armée ennemie est inférieure, car si elle était nombreuse, ses troupes venant se mêler avec les vôtres, le feu de protection de votre canon et de votre infanterie deviendrait inutile.

Si le gros de l'armée ennemie vis-à-vis de laquelle on serait campé, ne se doutant pas du détachement que vous avez fait pour préparer et établir le passage à sa droite ou à sa gauche, ne faisait aucun mouvevement pour s'y opposer, votre armée devrait se tenir tranquille jusqu'à ce que le détachement ou avant-garde fût passé et bien établi, alors on se mettrait en marche dans l'ordre le plus propre à accélérer son mouvement. S'il n'y avait qu'un pont, ce qui arrive quelquefois, alors les lignes passent successivement.

Mais on ne doit pas se fier à un seul pont, surtout s'il est avantageux à l'armée d'en avoir un qui subsiste, car les courants peuvent le rompre on les ennemis le ruiner. C'est pourquoi, sitôt que le premier est achevé, il en faut établir un autre et construire à sa tête une autre demi-lune, avec une communication de cette demi-lune jusqu'à l'ouvrage déjà construit, laquelle soit assez grande pour pouvoir contenir la meilleure partie de l'infanterie. Chaque ligne passe alors par son pont. Lorsque toute l'armée est de l'autre côté, entre la rivière et l'ouvrage à corne, ou dans la ligne dont on vient de parler ; si les ennemis sont en présence, on abat cet ouvrage avant que d'en sortir, pour n'être pas obligé de défiler, car autrement les ennemis, quoique inférieurs en nombre, ne manqueraient pas de vous charger avant que vous eussiez rangé vos troupes en bataille, surtout s'ils pouvaient vous attaquer en flanc. La figure 2 de la planche I représente un passage de rivière tiré des œuvres stratégiques de Frédéric II.

L'opération de forcer un passage de rivière en présence de l'ennemi est une manœuvre aussi rare que dangereuse. Depuis le fameux passage du Lech par Gustave-Adolphe jusqu'au passage de Lodi par le général Bonaparte, cette manœuvre a été très-peu tentée. Ces prodiges, entrepris par quelques grands

hommes, ne peuvent être donnés comme des exemples. Mais s'il était impossible de gagner quelques marches sur l'ennemi et d'aller plus haut ou plus bas jeter son pont ou opérer son passage, que l'on fût contraint de le forcer, coûte que coûte; les règles que nous venons de donner peuvent servir de guides. Mais, je le répète, il est essentiel d'employer toujours plusieurs fausses attaques pour faire diversion à l'ennemi et empêcher qu'il ne se réunisse contre la véritable. On doit bien calculer le temps dont on a besoin pour la construction des ouvrages et des ponts, et pour passer la plus grande partie des troupes avant que l'ennemi puisse s'y porter avec toutes ses forces. Il faut, de plus, avoir pris des mesures justes pour n'avoir à attendre ni pontons ni bateaux, ni rien de l'attirail; car le moindre retard pourrait faire échouer l'entreprise la mieux concertée.

Passage de rivières en bateaux ou radeaux.

Si plusieurs des avantages du terrain que nous avons indiqués comme nécessaires à la réussite de l'opération ne se rencontraient point, si l'ennemi était en présence bien retranché et résolu de disputer le passage, il me semble que rien ne saurait être plus dangereux que de défiler devant lui sur ses ponts quel-

ques larges qu'ils soient, je pense que l'on ferait mieux de se servir de radeaux ou bateaux.

C'est le parti que prit Charles XII au passage de la Duna. Pour affaiblir l'armée saxonne qui s'y opposait, il menaça Kokenhausen, forteresse de Livonie, et dès qu'il sut que le général Steinau avait fait un détachement pour secourir cette place, il passa la Duna (à la vue des ennemis retranchés), sur des bateaux plats ou radeaux de son invention[1] après avoir fait allumer sur d'autres barques quantité de paille mouillée, dont la fumée poussée par un vent très-fort sur les ennemis les offusquait entièrement et leur cachait sa manœuvre.

S'il y a une rivière qui ait son confluent dans le fleuve que l'on veut passer, on doit choisir cet endroit préférablement à tout autre. L'ennemi ne voyant rien de ce qui se passe en dedans, les préparatifs s'y font sans péril et avec beaucoup plus de secret et de diligence. Pendant ce temps-là on tache de faire diversion des forces de l'ennemi par des contre-marches dont il puisse être informé, et qui lui puissent faire croire qu'on n'a nulle envie d'attaquer de ce côté-là; on

1. Ces radeaux étaient composées de plusieurs lits de poutres équarries, fortement liées et croisées les unes sur les autres. Il y avait un bordage assez élevé pour couvrir les troupes, et dont une partie s'abaissait pour servir de pont au débarquement. Ils portaient 500 hommes et 2 pièces de canon.

y laisse un grand corps de troupes embusqué, et on fait mine d'aller jeter un pont à 3 ou 4 lieues au-dessus ou au-dessous du fleuve. Il est bien difficile que l'ennemi ne prenne pas le change lorsqu'il voit une armée décamper d'un endroit pour aller camper dans un autre. La nuit venue, toute cette armée, qui a marché pour faire semblant de passer ailleurs, décampe à la sourdine pour se rendre en diligence à l'endroit où l'on a résolu le passage. Alors tous les bateaux sorten de la rivière et entrent dans le fleuve pour passer au-delà.

Les premières troupes qui débarquent attaquent, fort ou faible, ce qui se présente devant elles; elles occupent les maisons les plus proches de la rive du fleuve, ou les endroits les plus avantageux, et se fortifient le mieux qu'il leur est possible, pendant que l'on jette le pont pour faire passer l'armée.

Pour le passage des grandes rivières, il faut avoir un grand nombre de gros bateux ou radeaux, et les armer, s'il se peut, d'un blindage mobile de fascinages d'osier. Les premiers bateaux ou radeaux sont remplis de quelques compagnies de grenadiers qui, en mettant pied à terre, attaquent l'ennemi pendant que le gros des troupes, qui est dans les autres, débarque et se forme en deux colonnes qui attaquent tout ce rencontrent. L'infanterie qui arrive à la suite de celle

qui a d'abord passé, forme une seconde ligne pour l'appui des deux premières colonnes. Quelque brave et déterminé que l'ennemi puisse être, il ne saurait envelopper les deux colonnes de toutes parts sans un désavantage manifeste; car s'il s'engageait dans l'intervalle qu'elles laissent entre elles, il se trouverait exposé à trois feux. Après le passage de ces premières troupes, les bateaux suivants portent un corps de cavalerie, lequel va se placer ou sur les ailes ou dans le centre des deux premières colonnes, et le tout étant formé, attaque l'ennemi brusquement, et sans délibérer, pour s'étendre, gagner du terrain et occuper les endroits qui paraissent les plus avantageux.

Pendant qu'on est aux mains, qu'on avance et qu'on s'étend le long des rives du fleuves, qu'on fait occuper les hautes digues, s'il s'en trouve (comme M. le prince Eugène fit sur le Pô et le canal blanc), on y poste du canon.

Comme il est à craindre, après une première action, qui aura réussi, que les différents corps de l'ennemi, campés le long du fleuve, ne viennent à se rassembler et qu'ils ne marchent après cette jonction pour fondre sur ce qui aura passé, il est bon de se précautionner. Le mieux est, si l'on peut, de se couvrir par des arbres coupés, qui est l'obstacle le plus redoutable

et le plus grand qu'on puisse avec le plus de facilité opposer au nombre et à la valeur.

Si l'ennemi s'est retranché sur les bords de la rivière, sans laisser aucun terrain pour se former, l'attaque devient alors fort difficile et très-dangereuse, étant essentiel que les soldats puissent combattre sur un terrain ferme. Car quand même les bateaux ne tireraient qu'un pied d'eau, il n'est guère possible que les soldats puissent agir et combattre avec quelque espérance de succès, s'ils ont le pied dans l'eau. Ils perdent en pareil cas toutes leurs forces et cette légèreté si nécessaire dans une atttaque brusque et impétueuse. L'ennemi peut d'ailleurs opposer plus d'obstacle et placer des piéges dans l'eau qui rendent la descente presque impraticable. Celui qui attaque doit prévoir tous les obstacles qu'on pourrait lui opposer et s'être précautionné contre tout événement. On plante souvent de gros pieux dans l'eau, ou l'on y jette de gros arbres entiers avec leurs branches, et tout cela fait perdre un temps infini, pendant qu'on est exposé à des salves continuelles de mousqueterie et de canon qui font périr une infinité de braves gens. Le marquis de Santa-Cruz pratiqua cette méthode dans la mer même, en craignant une descente à Cagliari, capitale de la Sardaigne; il fit enfoncer de gros pieux dans l'eau sur plusieurs rangs, de sorte qu'il était im-

possible d'aborder le rivage. Le meilleur expédient pour surmonter ces sortes d'embarras serait de faire des espèces de ponts-levis sur un des côtés des bateaux qu'on retiendrait levés par de fortes amarres, jusqu'au moment de les baisser. Leur longueur pourrait être de 3 à 4 mètres, sur une largeur proportionnée. Cet appareil ressemblerait aux sambuques des anciens et en aurait l'utilité. Malgré cela, si l'ennemi était retranché si près du bord qu'il ne laissât pas l'emplacement nécessaire pour se former, il faudrait, avant de rien entreprendre, avoir ruiné ses défenses à coups de canon.

On peut aussi tenter le passage pendant un grand brouillard dans un lieu où l'ennemi n'a point pratiqué d'épaulements pendant qu'on fait mine de passer vis-à-vis de ses retranchements. Quand les troupes sont passées de l'autre côté et que l'ennemi se présente en force, le général doit prendre un ordre de bataille convenable à la nature du terrain et à la disposition de l'ennemi qui vient l'attaquer, sans négliger de faire élever quelques redans derrière lui pour sa protection, en cas qu'il vînt à être repoussé.

Les radeaux ont un grand avantage sur les bateaux pour le passage des grandes rivières ; ceux-ci demandant beaucoup de soin, de temps et de dépenses. D'ailleurs les gros bateaux ne se transportent pas aisément

et sont sujets à mille accidents fâcheux. Le plus grand de tous est qu'ils peuvent être coulés bas d'un seul coup de canon ; et les coups sont d'autant plus certains, que ces bateaux donnent beaucoup de prise. C'est toute autre chose dans les radeaux. Ils sont très-simples, très-aisés à construire, et l'on en fait un très-grand nombre en très-peu de temps. On ne saurait les couler bas, ils ne donnent aucune prise, étant à fleur d'eau. On m'objectera peut-être qu'on ne trouve pas toujours le bois propre pour la fabrique de ces sortes de machines ; mais il s'en trouve toujours où il y a des poutres de sapins ou des soliveaux[1], et des tonneaux pour les soutenir, car on en fait de plusieurs sortes.

Si l'on avait trop à craindre du feu de l'ennemi, les radeaux offriraient la possibilité d'élever sur un de leurs bords un parapet de sacs à laine ou de sacs à terre qui couvrirait les troupes pendant le passage et serviraient à construire sur le rivage un retranchement provisoire d'une exécution aussi facile que prompte.

Le prince Eugène, parmi les modernes, est un de ceux qui a le mieux entendu cette partie difficile de l'art de la guerre ; Folard l'appelle le grand traverseur des

1. La démolition des maisons ou édifices les plus à portée, en fournira toujours.

fleuves. Les campagnes de ce grand capitaine offrent des exemples que l'on ne peut trop méditer.

Pour finir de la manière la plus instructive le chapitre du passage des rivières, je vais en citer deux exemples : le premier est celui du passage du Lech, en 1632, par Gustave-Adolphe, et le second est celui de la Mulde, par Son Altesse Royale monseigneur le prince Henri ; on trouvera dans ces deux exemples le résumé de tout ce qu'ont fait les plus grands capitaines.

Gustave, résolu de pénétrer dans le cœur de la Bavière, vint camper autour de Nordheim et s'approcha de Lech, rivière sur la droite de laquelle Tilli était campé et s'était retranché avec tant de soin que son poste paraissait inexpugnable. Cependant le roi persista dans le dessein de le forcer, et comme les généraux y voyaient trop de danger, il leur dit : « Quoi ! nous qui avons passé la mer Baltique et tant de grands fleuves en Allemagne, nous craindrions de passer ce ruisseau ! » Il avait observé que le Lech formait un coude dont les bords étaient élevés. Il y fait établir trois grandes batteries qui foudroient les corps avancés de Tilli. Dans le même temps on jette un pont sur la rivière; 500 Finlandais déterminés le passent, élèvent à la hâte un retranchement à sa tête. Ils sont soutenus par un corps d'infanterie et du ca-

non. Tilli accourt pour attaquer les Suédois avant qu'ils puissent se renforcer ; mais l'infanterie conduite par le roi se formait déjà par brigades ; et dans le même temps la cavalerie suédoise ayant découvert un gué, venait de passer la rivière et s'avançait en bon ordre. Le combat s'engagea donc alors avec un égal acharnement. Les vieux soldats de Tilli soutenaient leur réputation, lorsque le général fut blessé mortellement par un boulet de canon, qui lui fracassa la cuisse droite. Ce malheur fit perdre courage à ses troupes ; elles plièrent, se retirèrent en désordre, et le roi resta maître du champ de bataille. Le succès d'une entreprise aussi hardie ne put que consterner l'Electeur de Bavière et ses généraux. Ils prirent le parti de la retraite, afin de conserver leurs troupes et de les joindre à l'armée de l'Empereur, qui s'avançait sous les ordres du duc de Friedland. Quant au général Tilli, il fut transporté à Ingolstadt, où il mourut après avoir souffert pendant 15 jours les plus affreuses douleurs ; juste punition de l'excessive barbarie avec laquelle il avait fait constamment la guerre. Ce fameux passage du Lech par les Suédois eut lieu le 5 avril 1631. La figure 3 de la planche I offre les détails des mouvements des deux armées.

A. Position du comte de Tilli.

B. Armée du roi de Suède.

C. Batteries établies par Gustave pour protéger son passage, et postes de son infanterie derrière un rideau pendant la construction du pont.
D. Batteries des Bavarois.
E. Pont des Suédois.
F. Retranchement construit par les Finlandais, malgré le feu des ennemis.
G. Volontaires qui vont occuper le retranchement pour écarter les Bavarois et faciliter le passage de l'infanterie suédoise.
H. Infanterie de Tilli, qui arrive pour s'opposer aux Suédois.
I. L'infanterie suédoise, conduite par Gustave, vient combattre celle de Tilli, après le passage du pont. Ce fut à ce combat que ce général fut blessé mortellement.
K. Cavalerie suédoise qui passe le Lech à gué, culbute la cavalerie allemande qui veut s'opposer à son passage et vient soutenir l'infanterie du roi qui combatrait en I.

Il est aisé de remarquer que la position trop en arrière qu'avait prise le général Tilli favorisa beaucoup le passage des Suédois, car, en avant de leur tête de pont, ils eurent de la place pour se former. Si le général Tilli eût mieux saisi les avantages du terrain, qu'il se fût approché plus près du fleuve pour charger

tout ce qui aurait voulu déboucher; qu'il eût mieux connu les localités, et conséquemment les gués, je crois que le succès eût été trop douteux pour que Gustave ait osé le tenter.

Passage de la Mulde, pl. II.

A la fin de la campagne de 1761 les ennemis s'étant rendu maîtres du Erzgebirge, S. A. R. monseigneur le prince Henri perdit par là non-seulement la partie la plus fertile de la Saxe, mais encore les quartiers d'hiver les plus commodes pour son armée. Le voisinage des Autrichiens ne permit pas à S. A. R. de songer à la commodité des troupes en les étendant dans la portion de la Saxe qui lui restait. Il fallut les cantonner dans les villages et petites villes les plus à portée, où le soldat passa un hiver d'autant plus dur que, malgré tous les soins du prince, il fut impossible de procurer à l'armée l'abondance et l'aisance. Le pays était tellement appauvri par cette longue guerre qu'il restait à peine aux paysans le nécessaire. Le soldat, réduit à sa simple ration, souffrit beaucoup, mais ne montra pas moins de courage dans toutes les occasions. Le prince résolut de profiter du bon esprit de son armée pour ouvrir la campagne offensivement dès que la saison le permettrait.

Voici le tableau de l'armée du prince :

Bataillons de grenadiers.

1 de Poseck, 1 de vieux Billerbeck, 1 de jeune Billerbeck, 1 de Woldeck, 1 de Behr, 1 de Carlowitz, 1 de Lossow, 1 de Heilsberg, 1 d'Oppen, 1 de Kenitz, 1 de Natalis.

Total, 11 bataillons.

Régiments de ligne.

Hulsen.	Goltz.	Dierke.
Bevern.	Lehwald.	Le Grand.
Vieux Stutterheim.	Queisz.	Sallmuth.
Jeune Stutterheim.	Grabow.	Tobel.
Manteufel.	Linden.	

Total, 28 bataillons.

Deux régiments de garnison.

Vieux Sydow. } 4 bataillons.
Jeune Sydow. }

Total, 32 bataillons.

Infanterie légère.

Quintus.	Heer.	Lüderitz.
Collignon.	Geschrei.	Les Croates verts [de Kleist]

Le Noble.	Schack.
Jenney.	Bequignol.
	Total, 10 bataillons.

Cavalerie.

Le régiment du Corps	5	escadrons.
Les Carabiniers.	5	—
Le régiment Marggraf Frédéric . .	5	—
Schlabberndorf.	5	—
Schmettau	5	—
	25	escadrons.

Dragons.

Meyer	10	escadrons.
Krokow	5	—
Piettenberg	5	—
Jeune Platten	5	—
Les dragons francs de Kleist. . .	5	—
	30	escadrons.

Hussards.

Kleist	10	escadrons.
Dingelstadt	10	—
Hussards francs.	3	—
	23	escadrons.

Les 15 escadrons de Delling ne vinrent qu'au mois de juillet. Beaucoup de corps de cette armée n'étaient pas complets.

Telles étaient toutes les forces avec lesquelles S. A. R. devait résister à l'armée autrichienne qui était composée de 38 bataillons d'infanterie, 10 bataillons de grenadiers, 9 bataillons de Croates, 110 escadrons de cuirassiers et dragons, 11 compagnies de carabiniers, 38 escadrons de hussards et uhlans; l'armée d'Empire, qui devait s'y joindre pour agir conjointement, se montait à 38 bataillons d'infanterie, 10 escadrons de cuirassiers et 12 escadrons de hussards.

Le feld-maréchal Serbelloni, qui, la campagne précédente commandait l'armée de l'empire, était le général en chef des deux armées réunies. Le prince de Stolberg commandait l'armée de l'empire.

La situation dans laquelle l'armée du prince Henri s'était trouvée pendant tout l'hiver n'était pas inconnue à l'ennemi; les nouvelles qu'il en recevait journellement par les déserteurs et ses espions, confirmaient le feld-maréchal Serbelloni dans l'idée que le prince Henri ne pouvait penser qu'à la défensive la plus stricte, et que bien loin d'ouvrir la campagne, cette armée ne serait pas avant deux mois en état de faire le moindre mouvement, ayant besoin de ce temps pour

recruter les régiments, acheter des chevaux pour l'artillerie, etc. En un mot, que le prince Henri se trouverait bien heureux si on le laissait sans l'inquiéter.

En quelque mauvais état que fût l'armée du prince, ces nouvelles étaient cependant exagérées, et c'est ce qui lui fut utile. Le maréchal Serbelloni, qui outre son goût pour la défensive avait ordre de ne rien hasarder, se tenait d'autant plus rassuré par ces détails, qu'il ne trouvait point encore son armée suffisante pour tenir tête au prince.

Quand le gros de l'armée de l'empire fût arrivé à Chemnitz (le 20 avril) et que quelques régiments furent entrés à Freyberg, le maréchal Serbelloni crut d'autant moins avoir à craindre quelque entreprise, qu'il était peu vraisemblable que le prince Henri avec une armée aussi faible pût penser à ouvrir la campagne d'aussi bonne heure; c'est pourquoi le maréchal Serbelloni ne changea rien aux emplacements de ses troupes. Il laissa la chaîne des avant-postes telle que l'avait tracé le maréchal Daun à la fin de la campagne précédente, quoique le nombre des troupes n'en fût nullement proportionné à l'étendue. Elle s'étendait de Nossen par Dobeln jusqu'à Grimma.

Les Prussiens, bien loin de vouloir éveiller la méfiance du maréchal Serbelloni, firent au contraire tout

ce qu'ils purent pour l'entretenir dans l'idée qu'ils étaient trop faibles pour penser à entreprendre quelque chose, la jonction de l'armée de l'empire lui donnant une trop grande supériorité. Le prince Henri, pour cet effet, faisait dans ses quartiers des mouvements qui devaient faire croire à l'ennemi qu'il avait l'intention de rassembler toutes ses forces entre Meissen et les Katzenhausern ; d'un autre côté quelques bataillons s'avançant de Oschatz à Grimma, pouvaient faire craindre une irruption dans le pays d'Altenburg. Mais tous ces mouvements n'étaient que des feintes ; le véritable projet du prince était de percer la ligne des avant-postes ennemis entre Rosswein et Dœbeln, de s'ouvrir par là un chemin vers le Erzgebirge, et de s'opposer à la jonction de l'armée de l'empire avec les troupes autrichiennes près Dresde.

Pour mieux assurer la réussite de son projet, le prince Henri résolut d'attendre l'arrivée du brigadier Billerbeck, qui lui amenait 5 bataillons d'infanterie et le régiment des dragons de Plattenberg. Ce renfort étant arrivé le 9 mai auprès de Oschatz, l'exécution de l'entreprise fut fixée au 12 du même mois.

Les Autrichiens avaient établi le long de la Mulde, depuis Rosswein jusqu'à Leisznig, une chaîne d'ouvrages qui étaient garnis de troupes, le tout était sous les ordres du général de Zetwitz. Pendant le jour les

retranchements était faiblement occupés, mais vers minuit, tout le détachement, fort d'environ 3000 hommes, entrait dans les ouvrages et y restait jusqu'à sept heures du matin. A cette heure, si les Prussiens ne tentaient rien, les troupes rentraient dans les quartiers, ne laissant aux ouvrages que les faibles postes dont nous avons parlé.

Le prince Henri, pour mieux éloigner tout soupçon de l'entreprise qu'il méditait, fit marcher vers les Katzenhausern plusieurs régiments d'infanterie et de cavalerie, partie pour y camper, partie pour cantonner dans les villages des environs. Le général Stutterheim le jeune marcha le 10 mai à Niegel avec le corps qui avait passé l'hiver aux environs de Grimma. Cinq escadrons du régiment de Meyer joignirent le corps du général Stutterheim l'aîné, qui était avec les troupes sous ses ordres dans les villages aux environs du Petersberg, non loin de Dœbeln. Le deuxième bataillon du régiment de le Grand, campa aux Katzenhausern. Les ennemis eurent bien connaissance de ces mouvements, mais comme ils semblaient se diriger sur Meissen, ils n'en conçurent aucune jalousie, et crurent que Son Altesse Royale viendrait avec son armée occuper les camps auprès des Katzenhausern et de Schlettau.

Le 11 au matin, les troupes destinées à l'attaque

reçurent ordre de se réunir l'après-dîner sur leur place de rassemblement, d'où elles devaient se rendre à leurs postes respectifs de manière à y arriver à l'entrée de la nuit pour y attendre tranquillement le signal de l'attaque. Les troupes étaient partagées en 4 colonnes : la première commandée par le général Seidlitz, se rassembla entre Moikerwitz et Zschernitz. Son avant-garde était composée de 200 volontaires commandés par le capitaine Pfuhl, et des bataillons de grenadiers de Billerbeck et de Woldeck. Les volontaires avaient la tête de l'avant-garde et étaient suivis de quelques charrettes destinées à être placées dans le lit de la rivière et couvertes de planches, pour servir de pont et faciliter le passage de l'infanterie. La cavalerie suivait cette colonne qui passa la nuit auprès de Zscheplitz.

La seconde colonne, forte de 9 bataillons, était sous les ordres du lieutenant-général de Kanitz; elle avait un obusier et 4 pièces de 12 légères. Cette colonne demeura pendant la nuit dans un fond auprès de Zscheplitz. Le brigadier Billerbeck marcha seul avec l'artillerie à Gorlitz pour y attendre le moment de l'attaque. Il avait ordre, aussitôt qu'elle commencerait, d'établir ses batteries sur les hauteurs de Bauchlitz et de tirer sur les retranchements ennemis.

La troisième colonne était commandée par le gé-

néral Stutterheim l'aîné ; elle était forte de 500 volontaires, des chasseurs de Kleist, de 4 bataillons d'infanterie et avait 2 obusiers et 7 canons de 12 légers. Cette colonne se rassembla à onze heures du soir auprès de Tschackwitz. Quand toutes les troupes y furent réunies, le major Witke à la tête des volontaires et des chasseurs de Kleist s'avança jusqu'à Sormitz, où il se tint caché dans un fond. Le major d'Egloffstein avec un bataillon du régiment de Goltz, 1 obusier et 7 canons, marcha à Pomlitz, où il passa la nuit dans le plus grand silence, caché dans le chemin creux qui conduit de Pomlitz à Bauchlitz. Le général Stutterheim s'avança encore avec le reste de sa colonne jusqu'auprès de Doebeln, où il demeura dans un fond. Au moment de l'attaque, le major d'Egloffstein avait ordre d'emplacer son artillerie dans un ouvrage que les Prussiens avaient construit l'hiver pour leur sûreté, auprès de la maison rouge. Le reste de l'artillerie du général Stutterheim devait se porter sur la hauteur de la Justice, auprès de Doebeln et inquiéter vivement l'ennemi. Cette colonne avait aussi un pont roulant.

La quatrième colonne était composée d'un bataillon de Croates de Kleist, d'un bataillon franc de Luderitz, de 5 escadrons de dragons de Meyer et de 4 escadrons de hussards francs de Kleist ; auxquelles troupes

se joignit le bataillon des grenadiers de Behr, avec 8 canons de 12 et un obusier. Cette colonne était sous les ordres du colonel Kleist ; elle reçut ordre de se rassembler entre Kobelsdorff et Nauslitz et d'y passer la nuit. Dès le commencement de l'attaque, elle devait poster son artillerie sur les hauteurs entre Mahlitch et Hermersdorff pour canonner vivement les retranchements ennemis.

D'après le plan de S. A. R. Monseigneur le prince Henri, toutes les colonnes devaient se tenir embusquées dans leurs emplacements respectifs jusqu'au lendemain 12, à sept heures du matin, où les renforts qui soutenaient toutes les nuits les avant-postes ennemis étatent rentrés dans leurs quartiers. Au signal pour l'attaque, qui devait être donné à cette heure par un coup de canon tiré de Technitz, l'artillerie devait être démasquée avec célérité, et les troupes de toutes les colonnes, sortant vivement de leurs emplacements, devaient passer la Mulde, partie sur les ponts roulants, partie sur les ponts qui étaient sur les lieux et même à gué, pour attaquer les deux flancs et le centre de la position ennemie.

Toutes les colonnes se rendirent à leurs postes et y passèrent la nuit sans être découvertes. Mais vers la pointe du jour les chasseurs de Kleist et ses Croates verts s'étant laissés apercevoir sur les bords de la

Mulde, il s'engagea une fusillade entre eux et les ennemis qui fit soupçonner quelques entreprises aux avant-postes autrichiens. Le colonel Kleist, craignant avec raison que les ennemis ne pussent se renforcer et prendre des précautions capables de faire échouer l'entreprise, fit sans perdre de temps donner le signal de l'attaque par un coup de canon. Les circonstances ne permettaient plus d'attendre celui que la colonne du général Seydlitz devait donner de Technitz.

A ce coup de canon, toutes les colonnes suivant leurs instructions débouchèrent et s'avancèrent sur les bords de la Mulde; le général Seydlitz la passa à Technitz; le général Kanitz à Bauchlitz; le général Stutterheim à Sormitz, et le colonel Kleist avec ses troupes légères entre Mahlitsch et le moulin de Grünrode. Les ennemis avaient leurs principaux retranchements sur la hauteur auprès de Kreüsing entre Doebeln et Ebersbach, sur celle de Stockhausen et Forkhitz vis-à-vis le pont de Bauchlitz et auprès de Marsdorff. Tous ces ouvrages étaient à gorge ouverte. Le feu d'artillerie des deux partis fut très-vif. Lorsqu'il commença les troupes ennemies qui avaient pendant la nuit garni les ouvrages, et qui peu auparavant s'en étaient retournées à leurs quartiers, revinrent sur-le-champ à leurs postes. Mais il était trop tard.

L'ennemi entouré par les colonnes du général Seydlitz et du colonel Kleist, surpris partout dans ses quartiers mêmes, ne put résister longtemps. Il se retira en désordre et avec précipitation, crainte d'être coupé de la grande armée, qui était postée entre Dresde et Freyberg. Le feu des retranchements ennemis ne dura pas longtemps, il n'y eut que le général Zeitvitz qui se défendit avec opiniâtreté, mais qui fut à la fin forcé de se rendre. Dans les dispositions données aux généraux prussiens, ils avaient ordre après avoir forcé l'ennemi de réunir les divers colonnes sur les hauteurs au-delà de Knobelsdorf. Le camp y fut pris, la droite à ce village, la gauche près Lütdorff; les troupes légères furent poussées jusqu'à Greisendorff.

Telle est la relation exacte de cette expédition. S. A. I. m'a fait l'honneur de me la détailler elle-même, c'est sous ses yeux que j'ai tracé le plan que j'en donne. Malgré tous les éloges que mérite cette manœuvre, S. A. R. avait la modestie d'avouer qu'elle avait eu tort de camper à Knobelsdorf, qu'elle aurait dû marcher plus en avant, que cette faute l'avait empêché de retirer beaucoup d'autres avantages.

Explication des lettres qui se trouvent sur le plan VIII.

A. position du général Seydlitz.

B. position du général Kanitz.

C. position du général Stutterheim.

D. position du colonel Kleist.

Le colonel Kleist qui passa la Mulde en E et F tourna les retranchements ennemis et rencontrant un de leurs bataillons à Lüttdorff le fit prisonnier avec le général Zeitvitz et 2 canons. Les chasseurs de Kleist qui avaient passé près de Sormitz et attaqué l'ouvrage G, y prirent un canon et firent beaucoup de prisonniers. A Olzdorff, H, le colonel Kleist fit un second bataillon ennemi prisonnier et prit à Greisendorff une paire de timbales.

Pendant ce temps-là le général Seydlitz passa la Mulde en I, le général Kanitz en K, et le général de Stutterheim en L, le major Jeney alarma l'ennemi auprès de Rosswein et le lieutenant-général de Hülsen le tint en échec auprès de Nossen pour l'empêcher de rien détacher sur les derrières de la colonne du colonel Kleist.

M, camp après l'affaire.

Passage de rivière en retraite.

De toutes les opérations nécessaires, la plus délicate serait peut-être celle dont on vient de parler, dit M. de Clairac, si l'on était quelquefois obligé de repasser des rivières en présence de l'ennemi, et par

surprise. L'on doit donc leur préférer, ou plutôt y ajouter (car cette précaution est toujours bonne) une simple ligne qui formera la communication de la droite à la gauche et flanquera d'un bien plus grand feu tout ce qui sera à sa portée.

Je passe au projet que je viens d'annoncer ; je suppose non-seulement, avec M. de Feuquières, que l'on s'est débaraassé généralement de tous ses équipages, mais encore que l'on a fait passer ce que l'on juge avoir de trop de cavalerie avec l'infanterie destinée à border le retranchement de l'autre rive. Cette infanterie peut n'être que de 4 bataillons; je la suppose de 6.

Si l'on craint de trop s'affaiblir par ces détachements, l'on attendra pour les faire partir que la ligne extérieure, mise en un certain état de défense supplée à cette diminution de forces (Fig. 4, pl. I.)

Ce retranchement et les divers ouvrages qu'il doit contenir étant achevés, la troisième ligne commencera la retraite, et sera suivie de la seconde.

Ce mouvement se fera de nuit, pour en dérober la connaissance à l'ennemi. Cependant s'il le découvrait, et qu'il prît ce moment pour attaquer, ce qu'il ferait par le centre, pour éviter le feu du retranchement d'au-delà de la rivière, l'infanterie des extrémités de la ligne, séparée par les traverses, devrait abandonner son

poste pour remplacer la cavalerie dans la partie du centre.

Mais si tout reste tranquille, 12 bataillons (supposé) défileront successivement, 4 par chaque pont. Les 6 bataillons en colonne du reste du retranchement se mettront ensuite en marche.

L'on peut, pour plus grande sûreté, ne déplacer ces troupes qu'alternativement, c'est-à-dire, de 2 corps l'un, afin que ce qui en reste puisse, en s'étendant, border le parapet. Elles peuvent même se dédoubler.

L'on n'occupera donc plus alors que les redans et les retranchements qui s'y appuient. On les évacuera de même en commençant par ces retranchements, et on ne laissera dans chaque réduit que deux compagnies de grenadiers, qui, d'abord que l'on aura replié ou coupé les ponts, se retireront dans des bateaux garnis de perches et de rames, et tirés d'ailleurs de l'autre bord chacun par 2 ou 3 cordes.

Ces réduits doivent être formés par deux rangs de palissades, éloignés d'un pied et fortifiés, si on le juge à propos, d'une troisième file de palissades inclinées. L'on voit que les troupes, occupant par degrés des retranchements proportionnés à leur diminution, sont toujours en état de les garnir et par conséquent de les défendre. Elles seront d'ailleurs vigoureusement soutenues du feu de l'autre bord de la rivière, dont les bat-

teries découvrent de près les flancs de la ligne, les traverses et les redans. Ces dernières pièces, ainsi que leurs réduits, sont encore flanquées par la mousqueterie, tant des 6 bataillons, que de ceux qui auront passé avant qu'il ne soit question de les défendre.

Quoique le camp qu'on propose de retrancher ainsi ne suppose que 60 bataillons il suffirait pour 80, en remplaçant par de l'infanterie 20 escadrons de la seconde ligne, à qui l'on ferait repasser la rivière dès que les ouvrages seraient en état de défense. Cette cavalerie se tiendrait, en attendant, à droite et à gauche du retranchement extérieur où elle serait couverte de front par le feu des branches, et en flanc par celui du bord opposé. L'on pourrait d'ailleurs pour plus de précaution y élever quelques redoutes.

Si l'on m'objecte que ce projet exige un grand travail; je répondrai qu'il s'agit du salut d'une armée, et qu'il n'est question, après tout, que d'avoir des outils; car il y a bien plus de troupes qu'il n'en faut pour l'exécuter en bien peu de temps et sans les déplacer. A l'égard du retranchement d'au-delà de la rivière, si l'une des rives est de niveau avec l'autre ou que celle qu'il occupe soit plus élevée, il suffit de le creuser en forme de tranchée en jetant les terres en dehors; ce qui abrège beaucoup. De quelque manière que ce soit on observera de le commencer par ses extrémités,

parce que ces parties destinées à défendre les flancs de la ligne extérieure sont celles dont on peut le plutôt avoir besoin. Pour les batteries, loin d'être enterrées, elles doivent être élevées et placées de façon à découvrir au loin en avant. Les figures 5 et 6 de la pl. I, représentent de nouvelles dispositions de retranchements pour couvrir la retraite d'une armée, qui doit repasser une rivière à portée de l'ennemi. Je n'ai pas voulu en multiplier les dessins, parce qu'il est impossible de prévoir toutes les formes que les localités peuvent prescrire.

Supposons maintenant qu'une armée fût à 2 ou 3 milles en avant de la rivière et que la retraite fût forcée et résolue. Il faut d'abord avant tout renvoyer les bagages et le train au moins un jour d'avance et leur faire passer les ponts; ensuite l'on fait occuper par les batteries du plus gros calibre du parc les bords de la rivière au-delà des ponts; on les place de la manière la plus avantageuse, soit pour couvrir la retraite de l'armée et flanquer le retranchement, soit pour pouvoir découvrir en avant de la rivière et être à même de tirer et d'atteindre de plus loin sur les colonnes de l'ennemi débouchant pour poursuivre l'armée et l'attaquer. Ces premiers préparatifs terminés, l'armée songe à se retirer, et se met en marche la nuit dans le plus grand silence pour échapper à la vigilance de l'en-

nemi, afin qu'à la pointe du jour l'armée ou la plus grande partie ait déjà repassé les ponts ou qu'au moins on y soit arrivé avant d'être talonné par l'ennemi. Comme la cavalerie est plus lente à défiler, il faut lui faire prendre les devants quelques heures d'avance. Le moment de son départ doit être déterminé par le plus ou moins de difficultés du pays à traverser et le temps qu'il lui faudra pour passer les ponts; car elle doit être déja repliée au-delà de la rivière, lorsque les colonnes d'infanterie y arriveront. On ne garde que peu ou point de cavalerie pour l'arrière-garde, les localités en indiquent la proportion. L'infanterie se met en marche par lignes. Ces deux colonnes se replient à travers le grand retranchement pendant que quelques bataillons en garnissent les parapets.

Si l'ennemi poursuit avec sa cavalerie, l'infanterie ne doit pas s'arrêter, mais continuant sa marche dans un ordre serré, elle doit se contenter d'en imposer à l'ennemi par le feu de quelques batteries soutenues de tous les tirailleurs et chasseurs de l'armée. L'artillerie à cheval est très-utile dans ces occasions; il me semble que l'on pourrait en mettre une batterie à la queue de chaque colonne. Ces batteries se retirant alternativement ne laisseraient jamais sans protection les queues des colonnes. Le plus ou moins de vivacité de la poursuite de l'ennemi et la nature du terrain

décideront du nombre des pièces, car on pourrait encore en établir dans l'entre-deux des colonnes, que l'on fera toujours bien d'occuper avec quelques bataillons de grenadiers. Les deux lignes une fois au-delà de la rivière, l'arrière-garde se repliera comme nous l'avons dit plus haut.

Supposé que l'ennemi arrive avec son infanterie et attaque le retranchement avant que toutes les troupes des colonnes aient défilé sur les ponts et même qu'il se trouve encore quelques bataillons hors du grand retranchement. Les batteries de l'autre rive feront le plus grand feu, les bataillons qui garnissent les parapets de cet ouvrage doivent en seconder les effets par celui de la mousqueterie. En attendant les troupes arriérées se forment, font face à l'ennemi et défilent successivement. On garnit les têtes de pont intérieures quand tout est replié, l'arrière-garde abandonne le grand retranchement et le reste de la retraite s'effectue comme nous l'avons déjà dit.

L'usage des grands retranchements pour assurer la retraite d'une armée qui repasse une rivière en présence ou à portée de l'ennemi me semble cependant ne devoir être employé qu'avec discernement, car dans bien des circonstances ils pourraient être préjudiciables. Si l'ennemi ne les attaque point ils sont superflus, et s'il les attaque voilà vos troupes arrêtées. S'il les force

quelque part, le soldat qui comptait sur cette barrière se croit perdu. C'est pourquoi je ne voudrais que quelques redoutes ou autres ouvrages détachés pour laisser aux troupes toute liberté dans les mouvements que nécessiteraient les circonstances. M. de Maizeroy est du même sentiment, il l'appuie par le récit de la retraite des Turcs sur la Theisse. Voici comme il en rend compte.

« En 1692 les Turcs ayant résolu de passer la « Theisse, le prince Eugène se mit à leurs trousses « dans le dessein de les combattre pendant qu'ils « seraient occupés à ce passage. Il les atteignit « dans le temps qu'ils commençaient à défiler. Le « Grand-Seigneur, qui commandait son armée en per- « sonne, s'était déjà mis en sûreté au-delà de la cava- « lerie ; le reste était demeuré sous les ordre du Visir « dans les retranchements qui couvraient la tête du « pont. Il y avait deux enveloppes, dont l'extérieur « était assez grande pour contenir toute l'armée. Elle « était formée d'un fossé bordé d'une double enceinte « de chariots garnis de près de 100 pièces de canon. « Le prince Eugène, qui s'avançait en pleine bataille, « ne perdit pas un moment, il fit déployer sa droite et « sa gauche pour embrasser toute l'étendue du retran- « chement et faire plusieurs attaques en même temps. « La cavalerie turque voulut sortir à la droite le long

« de la Theisse pour charger la droite des Impériaux;
« mais on lui présenta au débouché quelques pièces
« d'artillerie avec quatre bataillons et autant de régi-
« ments de cavalerie qui la firent rentrer. Après une
« heure de combat les Turcs furent forcés et poursui-
« vis dans le retranchement intérieur, où les Impériaux
« entrèrent avec eux. Le passage du pont fut bientôt
« engorgé par la foule, et les fuyards furent obligés
« de se jeter dans la Theisse ou de se laisser égorger.
« Presque toute cette partie de l'armée ottomane y
« périt. Il est aisé de juger que si les Turcs, au lieu
« d'un mauvais retranchement, avaient pris le parti
« de faire des redoutes, ils auraient eu le temps de
« les perfectionner; leur cavalerie aurait débouché en
« bataille pour charger. Le prince Eugène, inférieur
« de près de deux tiers, n'eût jamais osé s'étendre
« comme il le fit et former le demi-cercle afin d'em-
« brasser tout le front de l'enveloppe. Il ne put faire
« cette manœuvre sans se dégarnir dans plusieurs
« endroits et laisser entre son centre et ses ailes de
« grands intervalles. Il se développa tout à son aise
« dans la plaine de Zenta, qui était le théâtre de
« cette action, pendant que les Turcs renfermés ne
« pouvaient le punir de mouvements aussi hasar-
« deux. »

Ainsi à moins de circonstances très-impérieuses,

voici la conduite qu'il me semblerait préférable de tenir.

Quand un général aura résolu de repasser une rivière, et qu'il pourra craindre d'être inquiété par l'ennemi, il fera faire plusieurs redans sur le front de la seconde ligne et réglera ensuite son ordre de marche de la manière suivante.

Les troupes de seconde ligne étant en bataille derrière ces redans pour faire face à l'ennemi, celles de première ligne passeront par les intervalles pour aller se former derrière la seconde, sur autant de colonnes qu'il y a de ponts, la cavalerie passant la première. La première ligne ayant passé se déploiera sur la rive pour protéger de son feu la seconde, qui, se formant en plusieurs colonnes à la faveur de cinq ou six redoutes occupées en arrière par la réserve, ira gagner et passer les ponts. La réserve se repliera à son tour, protégée par la garnison des ouvrages construits immédiatement devant les ponts, et qui sont toujours indispensables.

Il est très-essentiel d'occuper, en se retirant, assez de terrain pour que l'ennemi soit forcé à marcher sur vous avec toutes ses forces; on gagne par ce moyen beaucoup de temps dont on se sert pour passer les ponts; il ne faut pas oublier de composer l'arrière-garde de troupes d'élite.

Si l'armée a des défilés à traverser pour aller gagner ses ponts, il faut construire quelques retranchements à l'entrée et à la sortie de ces défilés, ce qui assurera la retraite. Dans tous les cas l'arrière-garde divisée en autant de corps qu'il y a de ponts les passe à la faveur d'une cinquantaine d'hommes qu'elle laisse dans les ouvrages qui couvrent les ponts. Dès que cette arrière-garde, précédée de l'artillerie qui était dans ces ouvrages, a passé la rivière, on replie les ponts s'ils sont de bateaux ou de radeaux; et les hommes qu'on a laissés dans les ouvrages à la tête de chaque pont se jettent promptement dans les bateaux qui sont tout prêts pour les recevoir. Dès qu'ils y sont entrés ils tâchent de gagner l'autre bord. Il faut faire en sorte que, parmi les soldats qui se retirent les derniers, il y en ait qui sachent conduire les bateaux, afin d'être menés avec plus de fermeté par des gens qui ne soient pas effrayés des coups de fusil que les ennemis ne manquent pas de leur tirer. Quelquefois ces détachements qu'on laisse dans ces ouvrages avancés sont pris, mais il vaut mieux encore hasarder cette perte que celle d'un équipage de pont. Quand les ponts sont sur pilotis, l'on fait garnir le dessous des traverses de matières combustibles, et dès l'instant que toutes les troupes sont retirées, des soldats intelligents qui sont dans des petits bateaux y mettent le feu avec des ar-

tifices. Si le pont est de pierre, on a la précaution de miner quelques piles, et on met le feu aux poudres d'abord après la retraite des troupes.

Quand des troupes poursuivies par l'ennemi veulent repasser une rivière à gué, l'artillerie et l'infanterie passent les premières et se forment de droite et de gauche du gué pour protéger la retraite de la cavalerie. Si l'ennemi est en force, l'on doit rompre le gué tout de suite après le passage des troupes pour qu'il ne puisse pas s'en servir. Si, par un événement bien rare, une armée était dans le cas de repasser une rivière ayant l'ennemi en delà, prêt à charger si elle se retire, et l'ayant sur le bord opposé prêt à l'empêcher de passer; elle doit pour lors se retrancher et tâcher pendant la nuit de surprendre l'ennemi qui est de l'autre côté, pour pouvoir établir un pont et retrancher la tête par un ouvrage capable de contenir un détachement assez fort pour s'y soutenir jusqu'au moment que le général pourra trouver la possibilité de faire passer le reste de l'armée. Il faut réunir ses forces sur la rive où il est le plus important de se maintenir et où l'on a le plus de probabilité de pouvoir attaquer l'ennemi avec succès: au reste il est bien difficile, pour ne pas dire impossible, de donner des règles positives pour une semblable position.

La manière dont l'armée française, commandée par

M. le prince de Conti, a repassé le Rhin en 1745 est un si bel exemple à suivre que je me serais contenté d'en offrir le simple récit comme l'ensemble le plus régulier de l'application des règles, si les circonstances aussi variées que les localités ne m'avaient pas forcé à entrer dans le détail de diverses autres suppositions. Voici une relation de cet événement dressée sur ce qu'écrivit un témoin oculaire[1].

L'aile droite de l'armée française appuyée au ruisseau et marais d'Hoffheim était couverte de redans de grandeur à contenir chacun un bataillon. L'on occupait d'ailleurs le village de Bobstatt, à portée duquel sont les seuls débouchés par où l'ennemi pouvait entrer dans la plaine. La gauche appuyée à des marais impraticables et couverte par la petite rivière de Weischnitz n'était accessible que par la chaussée et le pont de Wattenheim, gros village vers l'extrémité de la ligne.

Pendant que l'on élevait les redans de la droite et quelques autres vers Bobstatt, on construisit cinq redoutes, à quelque distance de la queue des deux ponts que l'on avait jetés au- dessus du Rhein-Türkheim. Ces redoutes étaient disposées de manière que l'ennemi ne pouvait pénétrer qu'après les avoir toutes forcées ; ce qui était d'autant plus long qu'elles étaient

1. Le chevalier de Clairac, neveu de l'auteur de l'*Ingénieur de Campagne*, du livre duquel j'ai extrait cette relation.

bien gardées, se soutenaient et ne pouvaient être attaquées que les unes après les autres.

Ces différents ouvrages étant achevés, le lendemain au point du jour quelques troupes de cavalerie, un régiment de hussards et les compagnies franches furent se mettre en bataille entre Bobstatt et le ruisseau; et la brigade de Bretagne infanterie, destinée à faire l'arrière-garde, se posta dans les haies au-delà Nordheim, après quoi l'armée, qui était avant le jour en bataille à la tête du camp, commença à défiler sur cinq colonnes, trois d'infanterie par bataillons de front et deux de cavalerie. L'artillerie, divisée en quatre parties, était dans les intervalles.

Les troupes qui gardaient les défilés de Bobstatt s'étant ensuite mises en marche, un détachement de 6000 hussards, Croates ou Pandoures, commandé par le général Trips, les attaqua et fit même plier quelques escadrons qui se rejettant sur les autres les mirent en désordre; mais le tout se rallia bientôt derrière un renfort de cavalerie que l'on y envoya du corps de l'armée, et qui rejoignit sa colonne après avoir arrêté les ennemis. Ils furent encore moins heureux sur leur droite. Ceux qui passèrent à Wattenheim, quand on l'eut abandonné, furent vigoureusement repoussés devant Nordheim; après quoi ayant entrepris de suivre les troupes qui se retiraient de ce poste, le

feu des premières redoutes les arrêta et la brigade de Bretagne faisant brusquement volte-face, les reconduisit, la baïonnette dans les reins, jusqu'à ce village.

Cependant l'armée défilait tranquillement. Lorsque le corps de bataille et l'artillerie furent au-delà du Rhin, l'arrière-garde le passa, ainsi que les gardes des redoutes que l'on évacua successivement. Il ne resta au-delà de la rivière que 15 compagnies de grenadiers qui bordaient le retranchement de la queue des ponts. Ils en sortirent alors, à l'exception de 100 hommes qui y restèrent jusqu'à ce que ces ponts furent repliés; ce qui s'exécuta très-vite, mais avec peu de succès : la violence du vent et du courant ayant rompu les câbles, on fut obligé de brûler une partie des bateaux.

Dès que les ponts furent à une certaine distance du bord, les 100 hommes mirent le feu aux portes, c'est-à-dire aux amas de fascines et d'autres bois goudronnés dont on venait de les masquer; ce qui empêchant qu'on n'y passât, donna le temps à cette petite troupe de s'embarquer dans les bateaux qui l'attendaient.

Cette belle retraite, faite en 8 heures, sans la moindre confusion, ne coûta au plus que 200 hommes, tant tués que blessés ou prisonniers, et les ennemis y en perdirent plus de 1000.

Il n'y a, je crois, guère d'exemples que l'on ait

passé en plein jour une rivière telle que le Rhin, suivi d'une armée aussi considérable, soutenue d'autant de troupes légères, avec tant d'ordre et si peu de perte. Le choix du camp, l'attention à s'emparer successivement de tous les postes favorables, la disposition des troupes toujours à portée de se soutenir mutuellement, celle de l'artillerie, des ouvrages, enfin bien d'autres circonstances de détail que les bornes que je me suis prescrites m'obligent à supprimer, tout caractérise bien le général expérimenté.

« Les 5 redoutes, capables par leur position de couvrir un corps nombreux, faisaient en quelque sorte, dit M. de Clairac[1], l'effet de ma ligne extérieure; les ponts étaient embrassés par une seule pièce, mais de grandeur et même de figure à tenir lieu de deux redans et du retranchement intermédiaire. La courtine en était brisée, parce que les parties saillantes étaient si éloignées l'une de l'autre qu'on avait besoin de ces nouveaux flancs ; enfin deux batteries sur la rive opposée défendaient l'accès de cette tête.

« Ces ouvrages, bien moins considérables par leur étendue que par la sagesse de leur disposition, suffisaient donc pour assurer la retraite d'une armée brillante, bien conduite, pleine de confiance et de cou-

1. Dans son livre intitulé l'*Ingénieur de Campagne*.

rage; ainsi ce que l'on pouvait faire de plus aurait été de trop. Mais s'il m'est permis de dire ce que je pense, je crois que M. d'Artus, ingénieur en chef qui les dirigeait, ne s'en serait pas tenu là s'il avait été question d'une armée battue, découragée, et où l'on aurait eu par conséquent à craindre que l'ordre ne se fût pas maintenu exactement. Or, dans ce dernier cas, je pense que mon projet de grands retranchements serait plus convenable. »

Au reste, un passage de rivière en retraite est une opération si délicate que, à moins de la nécessité la plus absolue, il ne faut point l'exécuter trop à portée de l'ennemi ; il faut tâcher, par des marches et des contre-marches, de lui faire prendre le change et masquer tellement ses mouvements que l'on puisse entreprendre sa retraite et l'exécuter avant qu'il puisse la troubler.

Des armées obligées de combattre ayant une rivière à dos.

Une armée obligée de combattre une rivière à dos est dans une situation fort critique, surtout lorsqu'elle a peu de ponts pour se retirer ; alors son seul espoir gît dans le gain de la bataille ; c'est un de ces cas où il faut vaincre ou périr. Les dispositions dans une telle circonstance méritent la dernière attention, car la moindre faute peut avoir les suites les plus funestes.

Il ne faut ranger une armée, dans l'ordre parallèle, une rivière à dos, que quand il est possible de s'éloigner des bords, de manière qu'elle ait assez d'espace pour manœuvrer librement. L'observation de ce principe est d'autant plus importante que, si les troupes étaient poussées ou qu'elles perdissent du terrain, elles seraient exposées à être massacrées ou à se jeter dans l'eau faute de place pour se remuer. On doit également avoir attention de ne pas éloigner l'armée de la rivière au point de lui faire perdre l'avantage d'y appuyer ses flancs. Il résulte de ce qu'on vient de dire qu'on doit préférer, pour une armée dans le cas de combattre une rivière à dos, les dispositions obliques aux parallèles.

Il faut, lorsqu'on combat une rivière à dos, faire la disposition de manière que l'ennemi ne puisse joindre que le centre de l'armée et lui refuser obstinément les ailes, parce que, s'il en battait une, il prendrait en flanc le reste des troupes.

Exemple de disposition parallèle pour une armée obligée de combattre une rivière à dos.

Je suppose qu'un bois 1 se trouve à la droite du champ de bataille, un village 2 au centre et un marais 3 à la gauche. On disposera sur ce terrain l'armée dans l'ordre suivant (Fig. 7, pl. I) : il faudra garnir le bois 1 d'infanterie 4, dont on couvrira le front par un

abatis 5. Un autre abatis 6 empêchera l'ennemi de tourner le flanc droit. Le village 2, défendu par de l'infanterie 7, assurera le centre. Une redoute 8, soutenue par un corps d'infanterie 9, servira d'appui à l'aile gauche. On postera à droite et à gauche du village la cavalerie 10 et de l'infanterie 11. La réserve 12 est pour le village seulement, et celle 13 pour toute l'armée. L'artillerie 14 sera répartie dans le bois 1, le village 2, la redoute 8, et sur le front de l'infanterie 11.

Exemples de dispositions obliques de principe pour une armée obligée de combattre une rivière à dos.

Le chevalier de Folard propose (Fig. 8, pl. I) la disposition suivante pour une armée qui doit combattre une rivière à dos. Il est à remarquer qu'il suppose que la rivière fait un coude dans l'endroit où il range son armée en bataille, et qu'elle a un pont 15 derrière le centre. Il forme d'abord son armée 1 parallèlement à l'ennemi 2. Le centre 3 avec lequel il veut l'entamer est composé d'infanterie rangée en colonnes 4 (selon son système) avec des grenadiers 5 pour leur servir de réserve, et il le fait soutenir par une ligne de cavalerie 6, renforcée par des pelotons d'infanterie 7. Les deux ailes de cavalerie 8, 9, sont elles-mêmes entremêlées de colonnes 10. Lorsque le

moment d'attaquer sera venu, il veut que les deux ailes, par un mouvement de conversion en arrière 11, viennent appuyer leur flanc à la rivière. Il place en-delà la plus grande partie de l'artillerie 12, avec un corps d'infanterie 13, dont le feu puisse prendre de revers l'ennemi s'il venait attaquer les deux ailes de l'armée.

Le but de cette disposition est (1) d'enfoncer le centre de l'ennemi (2), de tomber sur ses ailes en ordonnant aux troupes appuyées à la rivière de réoccuper leur premier poste, et (3) de se ménager le plus de terrain possible (14) pour exécuter librement les manœuvres que les circonstances peuvent exiger. Examinons si le chevalier de Folard a réussi dans le choix des moyens qui pouvaient le conduire à son but.

1° Il veut faire croire à l'ennemi qu'il a dessein de combattre dans l'ordre parallèle, et cependant il renforce son centre en y entassant colonnes sur colonnes. Il faudrait que le général de l'armée opposée fût aveugle pour ne pas s'apercevoir qu'on menace son centre, et bien imprudent s'il ne prenait aussitôt des mesures capables de rompre celles du chevalier. A l'égard des colonnes c'est la disposition qui convient le moins alors. C'est de toutes les ordonnances la plus sujette au désordre et la plus dangereuse vis-à-vis

d'un général qui possède son métier[1]. Si avant d'engager l'action il foudroie les colonnes avec une nombreuse artillerie et qu'il les charge ensuite avec des troupes bien résolues[2], il est sûr qu'il en aura raison. Le centre battu, que deviendront les ailes 8, 9, disposées obliquement comme Folard le propose? Les troupes victorieuses les attaqueront en flanc et par derrière et les battront.

2° Il veut qu'avant le combat les deux ailes 8 et 9 aillent s'appuyer à la rivière par un mouvement de conversion 11, et qu'elle retombent sur celles de l'ennemi (par la même manœuvre) lorsqu'on aura battu son centre. Pour peu qu'on ait vu manœuvrer des troupes, on doit sentir combien un mouvement de conversion d'une aile entière est chimérique. Il prétend que ses ailes deviennent inattaquables par l'infanterie 13 et l'artillerie 12, qu'il place en-deçà de la rivière. Mais si l'ennemi oppose batteries à batteries,

1. Il serait bon d'employer un ordre de bataille en colonnes, ou du moins capable de rompre la disposition de l'ennemi, s'il venait attaquer avec des troupes dont l'ordonnance serait trop mince; mais la disposition de Folard étant défensive, et la prudence ne lui permettant pas de quitter la protection de la rivière, il est probable que l'ennemi n'engagera pas le combat sans avoir pris les mesures qu'il croira capables de lui donner la victoire. Lorsqu'on médite une opération de guerre, on doit supposer des lumières à son adversaire.

2. Les colonnes de Wallenstein à la bataille de Lutzen et celle des Anglais à Fontenoi furent anéanties de cette manière.

et qu'il détache de l'infanterie pour tenir tête à celle du chevalier, elle sera assez occupée à se défendre elle-même; et pendant ce temps-là l'ennemi tombera sur ces ailes, qui paraissaient si bien assurées.

3° La disposition du chevalier de Folard n'est pas la plus propre à ménager le plus de terrain possible 14 dont on a toujours besoin pour exécuter les mouvements quelconques auxquels on est ordinairement obligé durant une bataille; c'est ce que je vais prouver par le dispositif suivant.

Si une armée devait combattre sur le terrain que suppose Folard, voici je crois une disposition plus avantageuse que la sienne (Fig. 9, pl. I). Je rangerais assez près de la rivière l'armée sur deux lignes 1, 2, l'infanterie 3 au centre et la cavalerie 4 sur les ailes. Une réserve de cavalerie 5 soutiendrait chaque aile, et une réserve d'infanterie 6 et de cavalerie 7 le centre. Ce dispositif préliminaire n'annonce rien que de conforme à ce qui se pratique ordinairement. Dès que l'ennemi sera à portée, l'artillerie qui est répandue en avant de la première ligne, celle placée au-delà de la rivière et des troupes éparpillées sur le front feront un feu continuel, afin de cacher par la fumée les mouvements nécessaires pour changer la disposition et empêcher l'ennemi d'approcher pour la reconnaître. J'ose même avancer que la faute appa-

rente d'avoir rangé l'armée trop près de la rivière sera d'un augure favorable à l'ennemi et pourrait bien, par la confiance qu'elle lui inspirera, lui faire négliger quelques précautions essentielles. Lorsqu'il avancera pour attaquer, ce sera le moment favorable pour changer la disposition.

Les extrémités des ailes 1 ne bougeront et resteront appuyées à la rivière. Le centre 8 marchera brusquement en avant, de même que les autres parties de la ligne 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, qui s'arrêteront aux points qui leur auront été indiqués. Des bataillons de la seconde ligne 17 couvriront aussitôt les flancs du corps du centre. La réserve 6, 7, se formera en troisième ligne, et les réserves 5 des deux ailes viendront soutenir le tout.

Si on enfonce le centre de l'ennemi, on détachera de la cavalerie pour suivre les fuyards et les empêcher de se rallier; ensuite la plus grande partie de l'infanterie et la cavalerie du centre tourneront brusquement sur le flanc et les derrières de l'ennemi, tandis que les deux ailes se formeront en oblique (par un mouvement 18) pour attaquer celles de l'ennemi. Il est évident que la disposition et les manœuvres que je substitue à celles du chevalier de Folard laissent aux troupes un terrain plus spacieux 19 pour manœuvrer, et qu'elles cachent mieux les desseins qu'on peut

avoir; je les trouve en outre plus simples et plus faciles dans l'exécution.

Si une armée était obligée de combattre ayant à dos une rivière I (Fig. 10, pl. I) qui ne formât pas un coude, les dispositions sont très-délicates et méritent la plus scrupuleuse attention, car on n'a plus alors aucune protection du terrain. Ce qu'on peut faire de mieux dans une situation aussi critique, c'est d'élever diagonalement à la rivières des retranchements 2 ou des redoutes 3, qu'on garnit de troupes, et on appuie les deux ailes 4, 5 de l'armée à l'extrémité de ces retranchements. Le reste du dispositif doit être semblable à celui qu'on a indiqué dans l'exemple précédent, c'est-à-dire qu'il faut attaquer avec un centre renforcé celui de l'ennemi, et se conduire, durant le reste de l'action, comme on l'a expliqué plus haut.

Si on suppose, dans ce troisième exemple comme dans le second, que l'armée ait un pont 6 sur la rivière, on établira au-delà une batterie de canon 7, à hauteur des flancs de chaque aile, pour tirer durant l'action sur celles de l'ennemi.

Exemple des dispositions obliques de circonstance pour une armée obligée de combattre une rivière à dos.

Si une armée doit recevoir la bataille sur un ter-

rain resserré à droite par un village 1, à gauche par une hauteur 2, et sur les derrières par une rivière 3, on la disposera comme il suit (Fig. 11, pl. I), le village 1, la hauteur 2, et l'espace compris entre deux seront garnis d'infanterie 4 et de canon. On formera en potence (derrière le village et la hauteur) la la cavalerie 5, dont les flancs appuieront à la rivière. Deux redoutes 6, 7, couvriront le flanc de chaque aile de cavalerie, et en défendront le front par leur feu. Une réserve d'infanterie 8 et de cavalerie 9 soutiendra le centre.

Si l'on est obligé de combattre sur un terrain resserré à droite et à gauche par des ruisseaux 1, 2, et sur les derrières par une rivière 3, on fera la disposition suivante (Fig. 12, pl. I). On construira deux redoutes 4, 5, pour y appuyer les flancs de l'infanterie 6. La cavalerie 7, rangée sur deux lignes, bordera les ruisseaux. Un corps d'infanterie 8 sera disposé en potence près de la redoute 5. Une réserve de cavalerie 9 et d'infanterie 10 soutiendra le centre de l'armée. L'artillerie 11, répandue dans les redoutes et sur le front des troupes, défendra les différentes parties de la disposition [1].

1. Cet article est tiré de l'ouvrage intitulé *Essai théorique et pratique sur les batailles*. Son auteur, M. de Grimoard, est connu par plusieurs ouvrages qui lui ont mérité le suffrage du public

Remarque générale.

Tout ce qu'on a dit sur les dispositions pour les armées obligées de combattre une rivière à dos, peut s'appliquer aux attaques par le centre en général [1].

De la défense d'une rivière.

Après avoir parlé des diverses manières de forcer ou exécuter le passage des rivières, l'on aurait lieu de m'accuser de négligence si je passais sous silence les moyens défensifs que l'on a pour s'y opposer.

N'est-ce pas un paradoxe trop hardi que d'avancer que l'une de ces opérations n'est pas plus aisée que l'autre ? Cependant cela est exactement vrai, sinon en soi, au moins par les circonstances. Rien n'est plus difficile que de passer lorsque l'ennemi bien informé s'y oppose. Mais rien n'est aussi plus difficile que d'empêcher qu'il ne passe, si en beaucoup d'endroits, éloignés les uns des autres, il y a des gués, ou des lieux propres à jeter des ponts, parce que l'on ne peut, sans réduire à rien son armée, les garder tous, et

éclairé. M. de Grimoard a été longtemps en correspondance avec S. A. R. le prince Henri; j'ai souvent entendu S. A. R. rendre justice à ses talents et avouer le mérite du livre que je cite.

1. Si on est dans le cas de combattre par le centre, quoiqu'on n'ait pas une rivière derrière soi, les appuis des ailes une fois trouvés, la disposition peut se régler comme pour une armée obligée de combattre une rivière à dos.

qu'en ce cas, comme l'observe M. de Feuquières, le général qui s'étend le plus est celui qui s'oppose le moins efficacement.

Une rivière dont le front d'attaque est fort resserré se défend aisément, pour peu qu'on sache prendre ses mesures; mais une rivière dont l'étendue à garder est trop grande ne se défend que très-difficilement; c'est une des opérations les plus épineuses de la guerre, et il y faut une capacité et une prévoyance peu communes. La faute dans laquelle j'ai vu qu'on tombe ordinairement, c'est de vouloir tout garder et être également fort partout. Cela fait qu'on n'est fort nulle part, et qu'on ne garde par conséquent rien. On devrait suivre une maxime toute contraire, et ne diviser ses forces que le moins qu'on peut, sans laisser cependant de faire les détachements et d'établir les postes qui sont jugés nécessaires. Voici les règles que l'on ne doit cesser d'avoir sous les yeux.

Un général qui s'est porté sur une rivière pour en défendre le passage doit être en de perpétuelles défiances aux endroits mêmes où il semble avoir le moins à craindre. La première de toutes les attentions est de retirer tous les bateaux qui se trouvent du côté opposé du fleuve, fort avant le long de son cours. On doit les faire passer en deçà, les couler à fond, ou les brûler; je dis généralement tous les bateaux sans

en oublier un seul, car quelquefois cette disette réduit l'ennemi à ne savoir où en prendre. Le seul expédient qui lui reste, faute de bateaux, est de recourir aux radeaux; mais comme toute sorte de bois n'est pas propre pour ces sortes de machines, il se voit dans la nécessité de démolir les maisons pour en faire, ce qui donne le loisir de prendre des précautions plus assurées, capables de rendre inutile un travail qui ne se peut faire que sur la rivière même. D'ailleurs c'est un avertissement qu'on passera à peu près dans l'endroit où l'on travaille, et il est aisé, en ce cas, de s'y mettre en force.

On doit encore observer s'il n'y a pas quelque rivière qui se jette dans celle que l'ennemi veut passer, et où il puisse faire secrètement et à couvert ses préparatifs pour en sortir tout à coup lorsqu'on y pense le moins. On se précautionnera pour lors vis-à-vis son embouchure. On examinera avec soin le cours de celle sur laquelle l'ennemi veut s'établir, ses sinuosités et les endroits les plus accessibles. On y fera élever de bonnes redoutes, auxquelles on joindra les courtines, s'il est nécessaire; on les élèvera le plus près des bords qu'il sera possible; on observera de couper les retours qui peuvent être favorables à l'ennemi, et d'y placer des redoutes avancées, pour ne lui laisser aucun terrain où il puisse se former, et ne

pas imiter les Hollandais, qui laissèrent passer et former les Français de l'autre côté de l'Yssel, leurs retranchements étant trop éloignés des rives du fleuve. Les localités doivent déterminer leur éloignement respectif. On peut travailler aussi dans la rivière même, embarrasser les endroits favorables pour un débarquement, soit avec des arbres coupés avec leurs branches, que l'on coule à fond par le moyen de plusieurs paniers ou sacs remplis de pierres, attachés fortement aux branches, soit avec de grands pieux qu'on plante en avant du rivage. Mais on doit avant tout faire raser, autant que cela est praticable, ce qui pourrait servir à couvrir l'ennemi dans les îles du fleuve et sur la rive opposée. Indépendamment de ces moyens, il y en a encore qui ne sont pas moins essentiels, tels que d'escarper les rives et de les relever par des épaulements où l'infanterie puisse être à couvert; de bien connaître le terrain qui est au-delà; s'il n'est pas plus élevé que le côté qu'on garde; s'il y a des hauteurs qui règnent le long des bords; si elles sont assez près pour que l'ennemi puisse y placer une nombreuse artillerie et se servir de son feu d'infanterie, et s'il peut jeter un pont à la faveur d'un grand feu que l'on ne saurait soutenir sans grande perte.

Telles sont les précautions matérielles préliminaires

que l'on doit prendre; mais quel bon effet pourrait-on en retirer, si la disposition des troupes ne concourait point à les appuyer solidement. La plupart de généraux, craignant également partout, divisent tellement leur monde qu'ils se trouvent par là hors d'état de se défendre. C'est surtout sur la répartition des troupes que l'on doit agir avec précaution. Celles indiquées ci-dessus, et plusieurs autres qui dépendent des circonstances, étant prises, je partage mon armée en trois corps. Je suppose qu'elle est de 35 000 hommes, tous les petits détachements déduits, et que le terrain à défendre a 6 lieues d'étendue. Je mets au centre le premier corps de 15 000 hommes; à la droite et à la gauche de la ligne de défense les deux autres de 10 000 hommes chacun, éloignés de celui du centre d'environ une lieue. Les trois camps peuvent fort bien occuper deux lieues sans trop s'étendre. Il en reste donc quatre pour les gardes, les petits postes et les patrouilles, qui doivent continuellement battre l'estrade.

Il est sensible que par cette disposition je suis en état de me présenter promptement partout où l'ennemi peut tenter le passage; car de quelque côté que cela arrive, le plus grand espace que la tête de mes troupes ait à parcourir n'excède guère celui d'une lieue. Supposons que l'ennemi emploie 4 heures à

construire ses ponts, et 2 au moins à passer, vous voyez que j'ai tout le temps de m'assurer de son dessein sans m'exposer à prendre le change et de l'attaquer brusquement avant qu'il soit en forces. Il en est de même s'il passe avec des radeaux, puisque les préparatifs de ces radeaux demandent un certain temps et ne peuvent se faire que sur la rivière même. Comme il ne nous en faut pas beaucoup pour le joindre, parce que nous ne saurions manquer d'être promptement avertis de tous ses mouvements, nous n'arriverons jamais trop tard. Cela serait à peu près égal quand même la rivière serait guéable, pourvu que nous n'eussions pas négligé d'en rompre les gués; car l'opération de les purger demande un temps souvent plus considérable que l'ennemi ne se l'imagine.

Ces précautions et plusieurs autres qui dépendent des circonstances étant prises, il faut s'occuper principalement d'être toujours à même de savoir des nouvelles de l'ennemi et de tous ses mouvements, pour être en mesure de se présenter en force sur tous les points où il pourrait tenter d'effectuer son passage. Des patrouilles de dragons, de hussards et de chasseurs longeront continuellement le fleuve dans les espaces qui leur seront assignés et épieront tous les mouvements de l'ennemi, pour en avertir aussitôt le corps d'armée le plus proche. On placera aussi, à cet effet,

des vedettes et des sentinelles sur les lieux les plus éminents. Pour la prompte arrivée des rapports au général, on établira des relais sur toute la ligne de défense, si elle est d'une grande étendue, et des signaux bien concertés et tellement décidés qu'on ne puisse s'y méprendre. On aura des canots montés par des bateliers parfaitement instruits du cours de la rivière et de toutes ses sinuosités, pour aller faire, avec quelques soldats, des découvertes sur le bord opposé, pendant la nuit surtout, à vogue sourde. On peut même se servir pour cela de quelques bons nageurs.

Si le pays est affectionné, on fera garnir les espaces intermédiaires des ouvrages que l'on aurait pu construire, par des paysans chargés de faire les signaux convenus. On ne peut trop recommander aux patrouilles et officiers qui les commandent d'apporter la plus grande vigilance dans leur service[1]. Un officier du

1. Ces patrouilles ainsi que les sentinelles doivent, si le temps est calme, prêter de temps en temps l'oreille contre terre; c'est le meilleur moyen d'entendre le bruit des rames ou d'un bateau qui fend les eaux. Ces sentinelles ne doivent point tirer sans nécessité; mais, dès que l'ennemi s'approche, s'avertir tout doucement les uns les autres, bien examiner ce qui se passe, et ne se replier sur leurs postes que quand l'ennemi aborde le rivage. Avec des sentinelles intelligentes, on peut quelquefois surprendre de petits partis que l'ennemi envoie pour reconnaître les bords de votre côté. Quand on place des postes de paysans sur les bords d'une rivière, pour garder les endroits les moins dangereux, il faut toujours mêler avec eux quelques soldats d'une bravoure reconnue, pour empêcher qu'ils ne s'épouvantent et ne se retirent mal à propos.

régiment de Ziethen, dit le Roi de Prusse, qui fit négligemment sa patrouille dans la nuit où l'ennemi construisit ses ponts à Selmitz, fut cause du passage de l'Elbe et de la perte d'une partie des équipages de l'armée.

Il se peut fort bien que l'officier de Ziethen n'ait pas fait exactement son devoir ; mais il était bien difficile à deux faibles bataillons de disputer à une armée de 60 000 hommes le passage d'une rivière telle que l'Elbe est du côté de Teinitz. Les quartiers des Prussiens par le front qu'ils avaient à défendre n'étaient pas assez resserrés pour se soutenir promptement et en force contre une armée aussi nombreuse, qui était assemblée dans un seul point pour y pénétrer et qui avait encore l'avantage du terrain. Cet exemple fait voir que les dispositions les plus sages et les mieux dirigées échoueront contre un projet de de passage de rivière, si le front qu'on a à garder est d'une trop grande étendue et que la situation avantageuse du terrain ne supplée pas à ce défaut.

Une fois tous les arrangements ci-dessus mentionnés bien pris, on peut attendre l'ennemi. Lorsqu'on est informé que l'ennemi marche avec un grand attirail d'artillerie, il faut faire en sorte, s'il se peut, d'en avoir autant à lui opposer, avec un double attelage pour la transporter avec plus de diligence aux endroits

où l'on peut en avoir besoin; outre qu'étant bien attelée, on la sauve plus aisément si l'ennemi vient à percer quelque part. Mais ce n'est pas là ce qu'on doit observer plus particulièrement pour mieux résister au canon de l'ennemi et lui disputer efficacement le passage de la rivière.

Le mieux est de faire des épaulements à 4 ou 600 mètres des endroits où l'on soupçonne que l'ennemi peut passer et d'avoir sur les bords de la rivière des redoutes bien palissadées et en état d'arrêter l'ennemi. Ces épaulements doivent être de 2 à 3 mètres de hauteur; et c'est derrière ce rideau de terre et à couvert de la furie du canon ennemi que doivent être campées les troupes. On placera quelques pièces de canon dans les redoutes avancées, qu'on fera sortir sous le feu de ces redoutes pour s'en servir à barbette, quand l'ennemi tentera le passager. Dès que l'ennemi commencera à passer, pour ne pas lui donner le temps de se former, on marchera à lui promptement avec toutes les troupes campées derrière l'épaulement, et si ceux qui ont passé sont repoussés et culbutés dans la rivière, on se retirera sur-le-champ pour se remettre derrière l'épaulement, afin de revenir sur nouveaux frais, si l'ennemi, sans se rebuter, tente encore de passer. Il faut bien observer de ne pas prendre le change sur les véritables desseins de l'ennemi, qui fait quelque-

fois semblant de passer en plein jour pour obliger vos troupes à se porter sur le bord de la rivière et les ruiner avec son canon.

On est quelquefois surpris, dans les attaques de vive force, par l'ennemi qui débarque tout d'un coup avec un corps de troupes dans un endroit qu'on a dégarni par les inquiétudes qu'il a données pour un autre. Si ce poste n'est pas assez bon pour soutenir ses efforts, le mieux est en pareil cas de se retirer un peu en arrière, pour attendre les secours qui accourent des postes plus éloignés ; et dès qu'ils sont arrivés on doit attaquer brusquement ce qui a passé et le culbuter dans la rivière.

On ne doit pas pour lors envoyer de petits corps seuls contre l'ennemi ; ils ne peuvent rien, et sont défaits à mesure qu'ils arrivent. Il faut marcher en nombre si la chose est importante : car, où il s'agit du tout il faut donner avec tout ou du moins avec un corps capable de repousser ce qui est passé. D'ailleurs les troupes vis-à-vis desquelles l'ennemi a passé se rassurent et combattent avec plus d'ardeur pour reprendre leur poste.

Si malgré toutes les précautions qu'on a prises l'ennemi réussit à surprendre le passage et à s'établir; ou si malgré vos attaques il conserve son poste en deçà de la rivière, de façon qu'il puisse y élever une demi-

lune ou retranchement dont on n'a pu le chasser ; il faut en pareil cas poster avantageusement ses troupes et son artillerie devant lui pour l'attaquer s'il veut déboucher ou l'inquiéter s'il veut étendre ses travaux. Il est vrai, que s'il s'est couvert d'une demi-lune bien palissadée et qu'il ne veuille pas se presser, il sera bien difficile d'empêcher son passage ; parce que les travailleurs qu'il mettra dehors pour faire d'autres retranchements pourront se retirer dans le fossé de la demi-lune si on les pousse ; que ceux qui la gardent, feront retirer vos troupes par leur feu ; qu'aussitôt que vos troupes se seront retirées, leurs travailleurs retourneront à leur travail ; et qu'autant de fois qu'on ira à eux ils vous tueront beaucoup plus de monde que vous ne leur en ferez périr. Cependant, quoique ces petites attaques coûtent, si on peut par là retarder le débouché jusqu'à la nuit, on en peut tirer un grand avantage ; car, dès qu'elle sera venue, on peut faire des batteries et des retranchements le plus près des travaux des ennemis qu'on pourra, pour y poster du canon et de l'infanterie qui, par son feu, empêchera les ennemis d'augmenter leurs travaux ; et pour qu'ils ne les continuent pas pendant la nuit, il faut les attaquer autant de fois qu'ils sortiront pour travailler. Ces attaques ne peuvent être bien périlleuses, parce que leur feu d'au-delà de l'eau leur est alors inutile, et

que celui de la demi-lune ne peut pas beaucoup les favoriser. On peut encore, si on est le maître du haut de la rivière, tâcher de brûler leurs ponts avec des brûlots, ou de les briser avec des bateaux chargés de bombes et de pierres. Mais enfin, si après tous ces efforts un général perd l'espérance d'empêcher les ennemis d'achever leur passage, il lui est beaucoup plus facile de se retirer la nuit que le jour, pour aller se poster dans quelque lieu qu'il aura reconnu et où il pourra arrêter les ennemis au moyen de toutes ses troupes qu'il aura soin d'y assembler.

Il serait inutile de donner des règles sur la disposition des troupes pour marcher à un ennemi qui a surpris le passage d'une rivière. Si les bords de la rivière sont plats et que le pays soit totalement découvert, la cavalerie doit se porter brusquement sur ce qui a passé; l'infanterie étant placée tout auprès pour favoriser ses attaques; mais si le pays est couvert, c'est l'infanterie seule qui doit agir. Cette seconde disposition est relative à celle qu'a faite d'abord le général en plaçant les troupes le long de la rivière; car il est vraisemblable qu'il a eu l'attention d'entremêler les deux armes ou qu'il les a placées chacune là où elle peut manœuvrer à son plus grand avantage. Si l'armée des ennemis est si supérieure à celle qui défend le passage qu'ils viennent se mettre en bataille

sur le bord de la rivière avec leur artillerie, qu'ils mettent leurs gros canons sur quelque éminence et qu'à la faveur d'un grand feu d'artillerie et d'infanterie ils tâchent de tenir vos troupes éloignées pour construire leurs ponts et passer ensuite; il faut, au cas qu'il ne se trouve pas de lieu avantageux sur le bord de la rivière pour placer votre canon, le mettre à couvert d'un épaulement, à une portée de mousquet de leur passage au-dessus ou au-dessous, afin de tirer sans cesse dans l'endroit du débarquement.

Dès que l'ennemi a mis pied à terre on ne doit pas balancer d'aller l'attaquer; parce que vos troupes se mêlant pour lors avec les siennes, il ne saurait faire feu de son canon, ni de son infanterie qui est sur les bords de l'autre côté du rivage; car il risquerait de tuer ses propres gens.

Un général habile qui défend un rivière ne manque pas de prévoir tous les cas où il peut se trouver et de diriger à l'avance son plan d'attaque pour se porter sur l'ennemi dès qu'il a passé, et son ordre de retraite s'il était battu ou qu'il jugeât ne pouvoir combattre avec avantage. Il a dû aussi concerter les moyens les plus prompts de rassembler tout à coup ses troupes, sans dégarnir les postes intéressants qu'il lui importe à tout événement de laisser en état. Il a dû enfin communiquer ses projets aux officiers princi-

paux de son armée en qui il reconnaît le plus d'intelligence.

Il y a plusieurs moyens de battre l'ennemi au passage d'une rivière, qui pour être moins connus n'en sont pas moins sûrs, et dont un général qui a une imagination fertile saura se servir à propos; par exemple on ne croirait pas que pour empêcher le passage d'une rivière on dût s'en éloigner. Cependant il y a des circonstances où rien ne convient mieux que ce stratagème; comme lorsque l'ennemi a tous les avantages du terrain, et que pour perdre ces avantages il faut que son armée soit coupée en deux par la rivière; ou lorsqu'il attend un renfort considérable et qu'on veut le combattre avant la jonction. Séduit par l'appât d'une retraite simulée, il se hâte de passer et même probablement avec peu de circonspection, si vous avez bien pris vos mesures et bien compassé le temps et les distances, vous culbutez dans le fleuve une partie de son armée, sans que celle qui est sur l'autre rive puisse lui prêter le moindre secours. L'ennemi, dites-vous, peut ruser en liberté, je l'ai dit aussi; mais qui vous empêche de ruser de même? Il fait de fausses démonstrations; Eh bien! ne pouvez-vous pas faire semblant de vous y laisser prendre, de négliger les points essentiels auxquels il en veut, et le surprendre lui-même lorsqu'il croit vous avoir surpris?

Il n'y a rien de plus parfait dans un mouvement de cette sorte que la manœuvre de M. de Luxembourg, lorsqu'il abandonna au prince d'Orange les bords de la Méhaigne, pour lui laisser achever sans inquiétude un nombre considérable de ponts qu'il avait commencés. Cette démarche fière l'étonna si fort qu'il fit cesser ce travail et qu'il changea la résolution qu'il avait prise d'engager un combat dont il eût espéré un grand succès si on lui eût disputé le passage de la Méhaigne. Ce prince avait pour lui l'avantage et la supériorité du terrain, des haies et des buissons qui cachaient son infanterie le long de la rivière ; le feu de son canon et de sa mousqueterie dominaient sur l'armée française qui était en plaine et menacée d'un désavantage presque certain. M. de Luxembourg, qui sût prévoir les suites de cette affaire, aima mieux en présenter une décisive à ce prince que de sacrifier beaucoup de troupes à l'espérance d'un avantage particulier. Son projet était de laisser passer une partie de l'armée ennemie, de marcher à elle l'épée à la main, de la renverser dans la rivière et de profiter de son désordre pour achever son entière défaite.

On peut encore empêcher l'ennemi de passer une rivière en la passant soi-même et se portant sur son flanc. Ce stratagème hardi annonce le génie et la

science profonde. Aussi est-il dû plus grand de nos maîtres, de César !

S'il arrivait que, malgré toutes les bonnes dispositions et les mesures les mieux concertées, on ne pût pas empêcher le passage, soit par la trop grande supériorité de l'ennemi, soit par l'étendue trop vaste du terrain à defendre, il faudrait rassembler promptement toutes ses forces et occuper le poste avantageux qu'on aura eu la prévoyance de se ménager. Là on mettra en exécution les manœuvres qu'on aura préméditées pour arrêter l'ennemi, rendre son passage et sa supériorité inutiles, couper ses communications, enlever ses fourrages et ses convois, et l'obliger de repasser la rivière faute de subsistances ou à cause de quelque échec considérable. Ce second passage ne se ferait assurément pas avec autant de facilité et d'ordre que le premier. Il n'y a point de retraites qui effraient plus le soldat que celles qui se font pour repasser une rivière. Cette situation entre l'eau et l'ennemi lui paraît extrêmement périlleuse. Son imagination alarmée porte presque toujours dans ces retraites une précipitation et un désordre qui font qu'on se presse beaucoup et qu'on avance peu, car rien ne contribue tant à retarder la fuite que cette même peur qui fait fuir. Si jamais le sort jette votre ennemi dans de pareilles situations, songez que ce

sont des coups décisifs, et sachez en profiter comme l'exécuta César après avoir battu les Germains et avoir forcé les débris de leur armée à repasser le Rhin au confluent de la Meuse, où ils périrent presque tous; et comme nous avons vu que fit le prince Eugène contre l'armée ottomane, forte de 100 000 hommes commandée par le Sultan et par son Visir, au passage de la Theisse. César n'avait que 6 légions, le prince Eugène n'avait que 16 000 hommes, mais ils avaient l'un et l'autre le génie et la science qui manquaient à leurs ennemis. Je crois ne pouvoir achever de donner à ce chapitre toute l'étendue dont il est susceptible qu'en le terminant par un article du *Lloyd*.

« On regarde, avec raison, le passage des rivières comme une des plus dangereuses et des plus délicates opérations de la guerre, et cependant il réussit généralement parce que ceux qui défendent le passage ne connaissent pas suffisamment le cours du fleuve, et qu'ils manquent de vigilance et d'activité. En effet, si l'ennemi ne peut vous nuire quand vous jetez un pont sous la protection de votre canon, il peut cependant se poster de manière à vous empêcher d'occuper assez de terrain pour vous développer, et sans s'exposer à votre feu se mettre en état d'attaquer chaque division à mesure qu'elle aurait passé.

« Il vaut mieux en user ainsi que de prétendre em-

pêcher le passage, et c'est ce dont on a un exemple remarquable en Italie dans la guerre de succession.

« Depuis longtemps le prince Eugène cherchait à attirer M. de Vendôme à une bataille, mais celui-ci, qui ne voulait que couvrir le Piémont, évitait un engagement général par toutes les ressources de l'art. Le prince Eugène, désespérant de réussir, résolut de passer l'Adda, et de s'ouvrir une route en Piémont par le Milanais.

« Pour bien réussir dans cette affaire, dit l'auteur que je cite, il fallait tromper l'ennemi, décamper sans qu'il le sût, et pouvoir passer le fleuve avant qu'il eût eu le temps de se porter de l'autre côté pour disputer le passage. Son Altesse Sérénissime se flatta de pouvoir exécuter tout cela avec succès ; elle commença par envoyer ses malades et ses blessés à Palazzuolo, et attendant la nuit, temps auquel son ennemi dormait tranquillement, elle donna ses ordres pour la marche. Le soleil n'eut pas plutôt disparu qu'on fit défiler les bagages, qui furent suivis de l'artillerie; deux heures après, l'armée s'étant formée sur 3 colonnes, prit sa route vers le haut Adda et arriva sur les bords de ce fleuve dans deux marches forcées.

« Le duc de Vendôme apprit avec surprise, à son réveil, que le prince Eugène venait de lui souffler une marche. Il vit bien qu'il avait eu tort d'accuser le

Grand-Prieur de négligence lorsqu'il avait laissé passer l'Oglio aux Impériaux, et qu'il ne devait s'en prendre qu'à la vigilance de leur général. Les deux généraux français n'avaient plus rien à se reprocher. Le duc de Vendôme ne pensa qu'à réparer sa faute. Il décampa sans perdre de temps et vint se porter à Ombriano. De là il se détacha avec 15 bataillons et autant d'escadrons pour aller passer l'Adda, et donner ordre à son frère, à qui il laisse 30 escadrons et 20 bataillons de remonter l'Adda sans le passer, mais seulement afin de resserrer davantage les Impériaux et de les empêcher de s'emparer du pont de bateaux qui était près de Cassano, petite ville de l'autre côté de l'Adda. Ce pont avait été construit par les Français, et il en avait fait retrancher la tête par un ouvrage considérable, de la façon d'un habile ingénieur italien nommé Massoni.

Cependant le prince Eugène cherchait à passer l'Adda dans un endroit où il ne pût être inquiété par l'ennemi. Il arrive vis-à-vis d'une magnifique maison de campagne qui appartient aux jésuites de Bergame, et à qui ces bons pères ont donné le nom de Paradis. Les ennemis avaient dans cet endroit un bataillon et 3 escadrons sous les ordres du marquis de Broglio. Une si petite poignée de gens n'était pas capable d'arrêter un instant le prince Eugène. Mais pour leur en

ôter tout à fait l'envie, il fit dresser une batterie de 20 pièces de canon qui portait fort avant de l'autre côté du fleuve.

« Le lieu ne pouvait être plus favorable pour jeter un pont. C'était une éminence de quelques 20 ou 24 mètres, qui s'élevait du côté de l'armée impériale, et qui s'abaissant peu à peu allait se perdre assez loin du bord de la rivière pour laisser un passage aux troupes qui devaient marcher au pont. Ce fut sur cette éminence que le prince fit dresser des batteries; il fit aussi tirer des épaulements parallèles les uns aux autres, qu'il garnit d'un bon nombre de grenadiers et de fusiliers, qui découvraient depuis les pieds jusqu'à la tête tous ceux qui auraient voulu s'approcher pour inquiéter les travailleurs destinés à la construction du pont.

« Jamais on ne prit de plus sages précautions et jamais on ne trompa plus adroitement un ennemi. Toutes les apparences assuraient le secours au duc de Savoie; c'en était fait, le pont aurait été jeté et la rivière passée avant que le duc de Vendôme eût pu venir au secours du marquis de Broglio; mais le hasard fit échouer cette entreprise. Un des chariots qui portaient les pontons se rompit en chemin; on perdit bien du temps à le raccommoder, et lorsque tout fut arrivé sur le bord de l'Adda, l'avant-garde de M. de

Vendôme commençait déjà à paraître. Cependant le prince Eugène fait travailler incessamment à la construction du pont, mais malgré ses soins et la diligence des travailleurs, il s'écoula plus de vingt-quatre heures avant qu'on en pût venir à bout, cela à cause de la rapidité de l'Adda qui empêchait qu'on ne joignît les pontons et qui emportait les poutrelles. Il n'y a point de rivière en Italie qui ressemble plus à un torrent que l'Adda, qui, traversant les vallées de la Suisse, et tombant en cascade de rochers en rochers, roule ses eaux avec une rapidité étonnante.

« Tous ces obstacles donnèrent le temps au duc de Vendôme d'arriver. Il voulut d'abord incommoder les travailleurs qui faisaient le pont et les empêcher de l'achever ; mais quand il vit cet amphithéâtre de grenadiers et de fusiliers que le prince Eugène avait placés sur la hauteur opposée, il comprit que ce serait mener ses troupes à la boucherie que de les faire avancer davantage. Il se tint toujours hors de portée. On se canonna de part et d'autre, mais avec plus de succès du côté des Impériaux qui tiraient de haut en bas. La maison de campagne, appelée Paradiso, fut toute criblée de coups de canon. Le duc de Vendôme, qui y avait établi son quartier-général, fut obligé de le transporter ailleurs. Mais comme il voulait absolument empêcher le passage du prince, il chercha à se poster de

manière qu'en se tenant éloigné il pût néanmoins embrasser l'espace du pont des Impériaux et être à portée de les attaquer à leur débouché dans la plaine.

« Il s'aperçut que le terrain où il était se trouvait rempli de haies, de taillis et d'arbres touffus; il tâcha de profiter de cette situation. Il se couvrit de ces haies, fit abattre plusieurs arbres et tirer un retranchement autour de son camp, dont les deux pointes allaient aboutir à la rivière, de manière qu'il avait la figure d'un arc dont l'Adda était la corde. Ce travail fut fait avec une diligence incroyable, et il était presque achevé lorsque les Impériaux eurent perfectionné leur pont.

« Cependant le prince Eugène voyant son pont établi, envoya reconnaître l'ennemi, et sur ce qu'il apprit de sa disposition, il jugea le passage impossible. Cette pénétration admirable, qui lui faisait découvrir d'un coup d'œil toutes les conséquences des moindres démarches, lui présenta tout le danger de celle-ci.

« Il comprit qu'en débouchant de son pont l'ennemi pouvait le charger dès qu'il aurait fait passer la première colonne; que celle-là étant défaite les autres le seraient aisément l'une après l'autre et avant qu'elles eussent le temps de se mettre en défense; que quand même l'ennemi leur donnerait celui de se former et de se ranger en ordre de bataille, le danger n'en serait

pas moins grand, puisque l'armée se trouverait attaquée à ces deux flancs, et en cas de malheur l'ennemi pouvait facilement lui couper le chemin de la retraite et le réduire à mettre bas les armes. Toutes ces raisons détermineront S. A. S. à abandonner son dessein. Elle fit retirer le pont et reprit la route de Pembrato, où l'armée s'était arrêtée la nuit d'auparavant[1]. »

Voilà la plus belle leçon que l'on puisse donner sur la défense des rivières.

Des retraites.

De toutes les actions qui peuvent arriver dans le cours d'une campagne, il n'y en a point où l'intelligence, la fermeté, le courage soient plus nécessaires à un général que dans une retraite. L'histoire nous fournit des exemples de plusieurs grands capitaines qui se sont faits plus d'honneur par une belle retraite que par plusieurs victoires. On peut avancer cependant qu'il paraît aux yeux du commun des hommes si peu de différence entre la retraite et la fuite que, si l'assurance et le bon ordre qu'y apporte un général ne la fait distinguer, les troupes mêmes prennent souvent l'un pour l'autre.

1. *Histoire du prince Eugène*, tom. III de l'édit. in-12. Amsterdam, 1740.

Les retraites peuvent être forcées ou volontaires; elles se peuvent faire avec une petite armée devant une grande, avec une grande armée devant une moindre, enfin par une armée égale à celle qui la poursuit. Les retraites sont volontaires lorsqu'un général, campé près d'une armée ennemie, veut changer de camp pour sa commodité, ou bien lorsqu'il veut marcher pour aller former un siége ou exécuter quelque autre dessein. Dans ces retraites on ne trouve pas d'ordinaire de grands obstacles, parce que, n'y étant pas contraint, on ne les tente que sur ce que l'on n'y voit pas de difficultés considérables. Les retraites forcées se font lorsqu'une armée, se voyant les vivres coupés ou manquant absolument de fourrages, se trouve obligée de hasarder cette manœuvre pour ne pas périr dans son poste. Enfin elle peut être forcée lorsque l'ennemi, ayant reçu de grands renforts, il convient de se mettre à couvert de sa supériorité et d'aller prendre un poste dont la bonté supplée à la faiblesse où l'on se trouve.

Si l'armée qui doit se retirer est plus forte que celle qui la suit, tout le soin du général qui la commande consiste dans la précaution de faire travailler quelques jours auparavant à ouvrir tous les passages et les défilés en arrière, afin que les troupes qui feront l'arrière-garde ne soient pas assez séparées des

colonnes de l'armée pour qu'elles n'en puissent être facilement secourues. Si l'on doit se retirer par un bois, après avoir couvert et assuré les flancs de la marche par des corps d'infanterie, on fait prendre la tête des colonnes à l'artillerie et aux bagages; on leur donne une avant-garde de dragons et troupes légères pour les mettre à l'abri des coups de main de l'ennemi. Si l'on avait à craindre que les ennemis détachent quelques corps considérables de leur armée ou de leurs places, soit pour couper la tête de la marche, soit pour s'emparer de quelques passages difficiles ou pour enlever l'artillerie et les équipages, on envoie de l'armée le nombre de troupes que l'on croit nécessaire pour prévenir ou repousser l'ennemi.

On laisse à l'arrière-garde quelques brigades d'artillerie, plus ou moins, selon la proximité et les mouvements de l'ennemi. Les unes suivent les manœuvres des troupes, les autres s'emplacent et saisissent tous les avantages du terrain pour assurer la retraite. Quand il se trouve beaucoup de défilés sur la route que l'on doit tenir, on augmente la quantité d'artillerie de l'arrière-garde, de peur que l'ennemi ne l'attaque avec trop de supériorité pendant que l'armée serait occupée à les passer.

Quelquefois un général se retire dans le dessein d'engager une affaire générale et d'obliger l'ennemi de

sortir d'un poste avantageux pour le suivre, comme fit M. le prince à Lens. S'il prend ce parti, il retourne sur l'ennemi lorsqu'il a passé quelque défilé difficile, ou bien il se met en bataille derrière quelque montagne ou quelque bois pendant que les équipages et le reste des troupes suivent leur marche afin de mieux cacher l'embuscade à l'ennemi, et lorsque celui-ci s'avance il le charge en flanc. Cette manœuvre bien exécutée met infailliblement un grand désordre parmi ses troupes et assure le succès du combat.

Si l'armée qui se retire est plus faible que celle qui la suit, ce qui arrive le plus souvent, après avoir pris toutes les précautions nécessaires pour faire sa retraite en bon ordre, on fait marcher les troupes en diligence (mais cependant sans confusion), quand même on risquerait quelques soldats qui ne pourraient pas suivre, car c'est le cas où l'on doit sacrifier une partie de ses troupes pour sauver l'autre, s'il n'y a pas d'apparence de sauver le tout, ce qu'on ne doit cependant faire que dans la dernière extrémité. Pour les bagages, il ne faut pas balancer à brûler ce qui peut embarrasser. Si l'on se voit pressé de manière qu'il n'y ait pas moyen d'éviter un combat, on prend un poste avantageux, tâchant, autant qu'on le peut, de mettre l'armée en bataille derrière une montagne ou un bois, comme je viens de le dire, afin de charger les ennemis en

flanc. Ou bien, lorsqu'ils suivent de près, on fait une contre-marche quand ils passent un défilé, afin de tomber sur une partie de leur armée avant qu'elle ait le temps d'être jointe par le reste. Dans les occasions forcées, il ne faut point compter le nombre des ennemis; et quoiqu'on n'ait que la moitié et même le tiers des troupes de leur armée, on peut prendre son temps si à propos et avec une telle résolution qu'il soit aisé de les défaire.

L'ordre de bataille pour les retraites ne se peut prescrire à cause des différentes circonstances qui obligent de le changer presque à chaque instant. On se règle d'après la force ou la faiblesse des ennemis en cavalerie ou en infanterie, d'après leur proximité ou leur éloignement, enfin d'après le terrain où l'on se trouve et celui où l'on doit marcher. La maxime la plus générale en ces rencontres est de marcher sur le plus de colonnes qu'on peut, excepté l'arrière-garde, qu'il faut faire retirer en bataille et qui doit être composée des meilleures troupes. A l'égard de leur quantité, cela dépend du nombre des ennemis qu'on a à craindre.

L'histoire moderne nous fournit des retraites qui ont fait grand honneur aux généraux qui les ont dirigées, comme celles de Turenne à Marienthal, de Schulembourg à Pünitz, de Bellisle en Bohême, de Gages en Italie et plusieurs autres non moins instructives.

Mais aucune ne mérite mieux d'être comparée à celle de César que les deux retraites exécutées par S. M. le roi de Prusse. Je me bornerai à dire quelque chose de la première.

Du champ de bataille où les Prussiens venaient d'être battus[1], le roi envoya ordre au prince Ferdinand et au maréchal Keith, qui commandaient le blocus de Prague, de tout disposer pour la retraite et de cacher ces préparatifs par une nouvelle sommation aux Autrichiens, avec menace d'un assaut général s'ils refusaient de rendre la ville; il détacha ensuite le prince Maurice de Dessau avec le corps qui avait formé l'aile gauche pendant la bataille pour passer l'Elbe à Nimbourg, y prendre et garder une position qui devait couvrir le flanc de la marche pendant la retraite et traverser tous les mouvements que pourrait faire le maréchal Daun à dessein de la troubler. En arrivant devant Prague, il trouva l'armée qui bloquait cette capitale prête à marcher selon l'ordre expédié la veille, l'envoi de la grosse artillerie, des attirails et des blessés déjà fait vers l'Elbe, et le maréchal Keith dans la position prescrite à la gauche de la Moldau pour couvrir, avec les troupes qu'il y avait assemblées, la retraite du roi, qui marcha le même jour vers Brandeiss, avec le corps campé du côté droit de

1. Kollin.

la rivière. Celui du maréchal suivit une heure après se repliant par échelons. Le prince Charles de Lorraine, qui était dans Prague, n'eut pas plutôt aperçu ce mouvement qu'il fit sortir les troupes de la ville; il posta un gros corps d'infanterie dans la plaine de Sainte-Marguerite; le reste se forma sur plusieurs lignes entre la ville et le Strohhof, la cavalerie dans la plaine qui est tout près de la place. Au moment que le corps du maréchal Keith décampa, les Autrichiens s'avancèrent sur la hauteur qui est entre Sainte-Marguerite et Welleslavin; mais y trouvant les grenadiers prussiens qui faisaient l'arrière-garde rangés en bataille, ils firent halte et se contentèrent de saluer de leur grosse artillerie les colonnes prussiennes. Le général de Schmettau, qui commandait l'arrière-garde, se maintint dans son poste jusqu'à ce que les colonnes fussent assez éloignées pour ne plus risquer d'être prises en flanc, et alors il se mit aussi en marche à pas lents et sans se presser. L'ennemi fit souvent mine de vouloir l'attaquer, mais les bonnes mesures du général et la contenance fière de ce corps le tinrent constamment en respect. Cette arrière-garde se retira ainsi jusqu'auprès du monastère de Maria Victoria, où elle se trouva soutenue par le corps du prince de Prusse, rangé en ordre de bataille sur un terrain élevé derrière Rusin. Toutes les troupes légères autri-

chiennes harcelèrent très-vivement les Prussiens et tentèrent, mais toujours vainement, de tomber sur le flanc des grenadiers. Les deux corps prussiens continuèrent leur marche dans le plus grand ordre et arrivèrent le lendemain matin à Mikowitz. Le maréchal Keith, qui avait dirigé la sienne par Welwarn à Budin, y passa l'Eger et prit son camp entre Libochowitz et Lowositz, d'où il poussait des postes le long de la rive gauche jusqu'à Werscholitz; et ensuite se rapprochant de Lowositz, il appuya sa droite à cette ville et sa gauche à Leitmeritz. Le roi ayant passé l'Elbe à Brandeiss et détruit les ponts, passa encore l'Iser et campa près de Lissau; il repassa peu après l'Iser à Bénadeck, marcha sur Welnik et entra dans le camp de Leitmeritz au confinent de l'Eger et de l'Elbe, de façon que l'aile droite de l'armée appuyait à la ville et l'aile gauche s'étendait jusqu'au ruisseau qui est entre Budowin et Disnowa, d'où le roi envoya un détachement à Teschen; pour sa communication avec le maréchal Keith, il fit rétablir le pont sur l'Elbe, près de Leitmeritz. Il envoya ordre en même temps au prince Maurice de Dessau d'abandonner son camp de Nimbourg, d'y rompre le pont et de venir camper à Lissau. Par cette retraite, en longeant avec son armée la rive droite de l'Elbe et la rive gauche de l'Eger, le roi conserva ses communications avec la Saxe, la Lusace

et la Silésie, et se mit en situation de réparer promptement le désastre qui lui était arrivé à Kollin. Pour peu qu'on réfléchisse sur les mesures et les précautions qu'il prit, sur les différentes positions des corps, sur leurs mouvements concertés et sur toutes les combinaisons de cette retraite, on ne peut s'empêcher de convenir qu'elle ne soit une des plus savantes, des mieux conduites et des plus instructives dont l'histoire militaire fasse mention.

Mouvements intérieurs de l'armée qui se retire.

Après ces notions générales, il me reste à parler des mouvements intérieurs que doit exécuter l'armée qui se retire. Quoique l'exécution des mouvements rétrogrades rentre absolument dans ce que nous avons dit des marches d'armée, j'ai cru nécessaire d'en traiter séparément, ne pouvant donner trop de détails sur une des manœuvres les plus délicates de la guerre. Comme dans tout mouvement des marches l'essentiel est d'avancer, toute armée qui se retire ne saurait prendre trop de soins pour renvoyer tout ce qui pourrait retarder ses colonnes.

Une armée se retire par lignes ou en colonnes. Quand on se retire en colonnes, la répartition des troupes dans les colonnes est absolument la même que dans une marche en avant, à la seule exception que,

comme la réserve et la seconde ligne ont la tête des colonnes, si l'on voulait reformer son ordre de bataille pour arrêter l'ennemi, chaque fraction qui compose ces colonnes serait obligée préalablement de faire une contre-marche (Fig. 1, pl. III du tome II).

Aussitôt que la retraite commence, les derniers bataillons de chaque colonne font l'arrière-garde. Si l'ennemi s'approche trop de la queue des colonnes, alors ils doivent faire halte et front, tenir tête à l'ennemi, mais ne jamais s'éloigner assez des colonnes pour pouvoir craindre d'en être coupés. Ordinairement on forme une arrière-garde séparée, composée de bataillons d'infanterie de ligne, de canons, de l'infanterie légère et d'autant de hussards et dragons que la nature du terrain peut le permettre. Ce corps prend la route que l'ennemi prendra le plus probablement pour vous suivre et inquiéter votre marche. Voilà à peu près les dispositions générales relatives à toutes les retraites. Mais ensuite les diverses natures du terrain y apportent des changements ou surcroîts d'arrangements et de précautions.

Quand sur le chemin de la retraite il se trouve des défilés à passer, on y envoie d'avance quelques bataillons avec des batteries de position pour occuper les hauteurs qui dominent ces défilés et les routes que doit suivre l'armée. Ces bataillons et batteries postés

sur les hauteurs y restent jusqu'à ce que la colonne qui a dû passer les défilés y soit entrée en entier. Mais si la colonne était pressée par l'ennemi, à quelques cents pas du défilé elle se formerait toute ou en partie en bataille, et sous la protection de ses batteries se retirerait en échiquier à travers le défilé.

La cavalerie de l'arrière-garde est ce qu'il y a de plus embarrassant, car l'ennemi prenant ordinairement la plus grande partie de la sienne pour suivre plus vivement l'armée en retraite, menace principalement la cavalerie de l'arrière-garde, et l'attaquera sûrement avec vivacité du moment qu'elle remarquera qu'elle se prépare à rompre pour passer le défilé. C'est pourquoi il faut laisser quelques bataillons avec leurs canons dans l'endroit le plus convenable des environs du défilé pour protéger la cavalerie, et quand elle n'aura plus rien à craindre ils se replieront sur le défilé, protégés à leur tour par les batteries et les bataillons qui en garnissent les hauteurs.

Je suppose une armée campée auprès de Lichtenow la droite appuyée au lac de Kagel et la gauche en avant de Lichtenow, le front couvert par la fondrière et le ruisseau qui se prolongent du lac de Kagel sur Gartzow. Cette armée doit se retirer sur Berlin. Cette marche rétrograde ne peut se faire qu'en deux colonnes, n'y ayant que deux chemins dans cette

direction, celui de Tasdorf et celui de Völtersdorf. Mais auprès de ces deux villages se trouvent deux défilés. On détache à Tasdorf 2 bataillons avec une batterie de gros calibre, ils se portent et garnissent les hauteurs au-delà du défilé. L'armée se partage en deux colonnes de retraite dans l'ordre qu'indique la figure 1, pl. III du tom II. La première colonne est composée d'abord de la cavalerie de l'aile gauche de la seconde ligne, de celle de la première, de l'infanterie de la moitié de la seconde ligne suivie de celle de la première; chaque partie de cette colonne a la gauche en tête. La seconde colonne consiste dans la cavalerie de l'aile droite de la seconde ligne suivie de celle de la première ligne; vient ensuite l'infanterie de la seconde et de la première ligne; cette seconde a la droite en tête.

Chaque colonne garde en outre 5 escadrons de dragons, un bataillon d'infanterie légère et les derniers bataillons de la colonne pour arrière-garde. La colonne de la droite marche par Rüdersdorf et celle de la gauche par Herzfelde sur Tasdorf.

Aussitôt que la colonne de droite entre dans le défilé de Völtersdorf, un bataillon d'infanterie légère se jette dans le bois en avant du défilé; si cela est nécessaire la cavalerie marchant sur deux lignes se retirera en échiquier, sinon elle suivra l'infanterie sur le

plus grand front compatible avec les localités pour diminuer la profondeur de la colonne. Mais comme il est à présumer que l'ennemi cherchera à profiter du bois pour harceler vivement avec ses troupes légères la queue de cette colonne et que sa cavalerie déployée dans la plaine adjacente en tentera sérieusement l'attaque, la cavalerie de l'arrière-garde doit se former sur deux lignes derrière Rudersdorf, se retirer en échiquier; quand celle-ci aura entièrement passé le défilé, alors elle commencera sa retraite. Le bataillon d'infanterie légère qui est posté dans le bois et que l'on renforcera de quelques bataillons[1] doit se maintenir dans son poste jusqu'après la retraite de la cavalerie, alors cette infanterie se repliera sur le défilé et le passera à son tour.

La colonne de la gauche devant d'abord se retirer par une plaine assez étendue sera probablement la plus exposée aux attaques de l'ennemi. Il la fera suivre par la plus grande partie de sa cavalerie et de ses troupes légères, qui harcèleront cette colonne jusqu'au moment où son infanterie, ayant pour la plus grande partie passé le défilé, ne sera plus à portée de revenir sur ses pas, alors les troupes ennemies feront une attaque générale sur la queue de cette colonne livrée pour ainsi dire à ses propres forces. C'est à l'arrière-

1. Plus ou moins, selon la vivacité des tentatives de l'ennemi.

garde à prendre des précautions suffisantes et assez bien entendues pour déjouer les projets de l'ennemi. Dans la présente supposition, on fera former la cavalerie de l'arrière-garde sur deux lignes, la gauche appuyée au lac de Gross-Steitnitz la droite flanquée par des batteries établies sur les hauteurs près Tasdorf; leur feu bien dirigé facilitera beaucoup sa retraite. L'infanterie légère et les autres bataillons de cette arrière-garde peuvent se poster avec leurs canons sur les flancs de la cavalerie; les circonstances décideront en que lordre. Quand la cavalerie s'étant approchée du défilé, aura diminué l'étendue de son front du nombre des escadrons qui l'auront déjà traversé, l'infanterie couvrant toujours les flancs des escadrons encore en ligne, occupera le grand chemin de Tasdorf et se postera dans la trouée formée par le lac de Gross-Steinitz, et le petit lac qui est de l'autre côté du chemin. Le cabaret qui s'y trouve offre un poste avantageux à l'infanterie légère pour couvrir la retraite des bataillons de ligne de l'arrière-garde; quand ceux-ci sont retirés, alors elle se replie elle-même protégér par le feu des batteries des hauteurs.

La manière précédente de se retirer s'emploie quand les montagnes en deçà du défilé dominent celle au-delà; mais si les localités se présentaient l'inverse de cette situation, voici les petites différences qu'il y

a à observer. Les bataillons envoyés pour occuper le défilés se formeront devant lui sur deux lignes en échiquier, par bataillons ou demi-bataillons avec intervalles selon l'étendue et la disposition du terrain à garnir. On peut sans risque commencer par de grands intervalles, car dans un mouvement rétrograde les troupes ne sont déjà que trop portées à le diminuer et à se rapprocher les unes des autres. Ces bataillons se postent 7, 800 ou 1000 pas en avant du défilé, profitant de toutes les chicanes que la nature du terrain peut offrir ; quand toute la colonne ou l'armée a déjà passé en grande partie le défilé et que les hauteurs au-delà du défilé sont garnies d'artillerie, ce corps se rapproche de plus en plus du défilé et s'occupe des moyens de le passer.

Dans les pays de montagnes on laisse aussi peu de cavalerie qu'il est possible à l'arrière-garde, si l'on a des défilés à passer les grand'gardes et les piquets suffisent pour couvrir cette manœuvre. Si l'armée devait se retirer par un défilé, on garnit d'infanterie et d'une artillerie proportionnée les hauteurs avoisinant les deux flancs de son entrée. Sous le feu de ces batteries les colonnes traversent le défilé, la cavalerie de l'arrière-garde se déploie devant le défilé appuyant ses ailes aux hauteurs garnies de troupes. Quand l'armée a passé, l'arrière-garde se replie sous

la protection des troupes postées des deux côtés du défilé, ces troupes restent alors chargées de l'arrière-garde; pour mieux couvrir la retraite de l'armée, elles doivent toujours longer les hauteurs qui se trouvent sur les flancs de la marche (Fig. 2, pl. III du tom. II).

Si l'on devait se retirer par un pays de plaine, la cavalerie, soutenue d'artillerie à cheval, devait former la plus grande partie de l'arrière-garde; alors la cavalerie et l'infanterie de l'armée seraient partagées en 4 colonnes, ce qui rendrait la marche infiniment plus légère (Fig. 3, pl. III du tom. II).

La formation des colonnes peut s'exécuter des deux manière suivantes, d'abord l'armée marchant par le centre la gauche en tête. La première colonne est composée de l'infanterie de l'aile droite de la première ligne, suivie de la cavalerie de cette même droite. La seconde colonne est composée de la droite d'infanterie et de la cavalerie de la seconde ligne. La troisième co lonne est formée de l'infanterie de la seconde ligne du centre à l'extrémité de la gauche suivie de l'aile gauche de cavalerie de cette seconde ligne; enfin la quatrième colonne est formée du reste des troupes de la première ligne. Si l'armée devait se reformer en ordre de bataille, il y aurait des mouvements préparatoires assez compliqués. Les divisions de la première co-

lonne feraient à droite, celles de la seconde feraient à gauche, et ces deux colonnes se traversant changeraient de place. Le même mouvement se ferait entre la troisième et la quatrième colonne, de sorte que la troisième irait occuper la place de la quatrième, qui viendrait de son côté sur l'emplacement de la troisième. Les colonnes ayant fait halte sur leurs nouvelles places, toutes les divisions des colonnes feront à la fois une contre-marche; lorsqu'elle sera achevée, on procédera à la réformation de la ligne par le déploiement.

Mais pour éviter la complication de ce passage des colonnes entre elles, voici une manière plus simple de faire marcher l'armée. L'infanterie de l'aile droite de la seconde ligne fait la première colonne suivie de la cavalerie de cette même seconde ligne; l'infanterie de l'aile droite jusqu'au centre de la première ligne fait la seconde colonne, suivie de la cavalerie de cette première ligne. La troisième colonne est composée de 'infanterie de l'aile gauche de la seconde ligne suivie de la cavalerie. Enfin la quatrième colonne est composée de l'infanterie de la gauche au centre de la première ligne suivie de la cavalerie. Si l'on veut faire réformer l'armée, il n'y a qu'une simple contre-marche à exécuter et l'armée se trouve en colonne prête à déployer.

Il vaut encore mieux (et c'est beaucoup plus simple) former quatre divisions de l'infanterie des deux lignes et également quatre divisions de toute la cavalerie, (deux divisions pour chaque aile. Toute l'armée marche alors la gauche en tête. La première colonne est formée de la première division de l'infanterie suivie de la première division de cavalerie(Fig. 4, pl. III du tom. II) de l'aile droite. Les deuxièmes divisons d'infanterie et de cavalerie de l'aile droite composent la seconde colonne. La troisième colonne contient la troisième division de l'infanterie et la première de la cavalerie de l'aile gauche. La quatrième colonne est formée de la dernière division de l'infanterie et de la deuxième de cavalerie de l'aile gauche.

L'infanterie de la seconde ligne a dans toutes ces colonnes la tête des colonnes; la cavalerie de la seconde ligne suit de même immédiatement l'infanterie. Quand dans cette retraite on n'a pas eu le temps de renvoyer ses bagages, le train et parc d'artillerie, on les fait marcher à la tête des colonnes donnant une escorte aux colonnes extérieures. Comme on ne saurait rien ajouter aux règles et exemples que nous venons d'offrir, je me contenterai de répéter que le secret le

1. La première colonne peut se replier la droite en tête, la seconde colonne composée de l'infanterie de la première ligne marchera par la gauche.

plus profond sur le jour et l'heure de la retraite, l'attention de faire accommoder les chemins et aplanir les obstacles qui, se trouvant sur la direction de la marche, pourraient la retarder, la diligence dans la marche des colonnes, le bon ordre, la fermeté et la ruse réunis dans les combats qu'on est obligé de soutenir, la rapidité à s'emparer des avantages du terrain, à saisir la moindre faute de l'ennemi, tels sont les moyens que l'on doit faire concourir à assurer le succès d'une des manœuvres les plus importantes de la guerre.

L'ARCHIDUC CHARLES D'AUTRICHE

ET LES

PRINCIPES

DE LA GRANDE GUERRE[1].

« Déprécier la théorie, c'est montrer l'orgueilleuse prétention d'agir sans savoir ce qui se fait, et de parler sans savoir ce qui se dit. » Ces paroles d'un illustre orateur résument en deux mots la nécessité des études militaires que tous les hommes éclairés se sont accordés à reconnaître.

Qu'on lise en effet les écrits de l'empereur Napoléon, ceux de Frédéric; qu'on consulte ceux des plus grands écrivains des temps modernes, et on trouvera

1. 1 volume grand in-folio avec 25 planches gravées et coloriées avec le plus grand soin. Prix : 125 fr. A Paris, chez J. Corréard, rue Saint-André-des-Arts, 58.

à chaque pas des preuves de l'importance qu'ils attachaient à l'étude de la science militaire.

Cette science, en effet, qui a pour but de donner les moyens d'organiser et de diriger les armées, touche à tout ce qu'il y a de plus élevé dans l'humanité. Sitôt que des hommes sont réunis et organisés pour la conservation de ce qu'il y a de plus cher à la société, il faut les considérer comme formant une société armée au sein de la société civile qui doit comme elle s'administrer et se gouverner. Il est nécessaire, de même que dans la société civile, d'y maintenir l'ordre et l'union par l'établissement d'une organisation et l'institution de peines et de récompenses. Il faut donc faire appel aux sciences politiques, morales et économiques. La science militaire empruntera en effet à la politique les éléments nécessaires pour gouverner la société militaire, exercer sur elle une impulsion uniforme, garantir ses droits et la contraindre à la stricte observation des devoirs sociaux. Elle empruntera à la jurisprudence et à la législation, sciences essentiellement morales, des principes qui servent de bases aux peines et aux récompenses. Enfin, sous le rapport de l'administration, qui s'occupe des intérêts matériels des armées, elle se rattache à l'économie publique.

Et si nous remarquons encore qu'il faut songer au

choix et à la conservation des hommes qui composent l'armée, pour qu'on puisse les rendre tels qu'on arrive avec eux au but qu'on se propose en les réunissant, on verra que la science militaire a encore des relations assez intimes avec les sciences médicales. Ajoutons enfin que l'immense amélioration survenue de nos jours dans le matériel de guerre des armées fait reposer sur les sciences physiques et naturelles la confection et l'usage des armes, et qu'il devient nécessaire de faire des emprunts à la physique et à la métallurgie.

Ces relations, déjà bien importantes, de la science militaire avec les autres sciences et le système social, grandissent dès que la société militaire met en action cette *machine* qu'on appelle armée.

Dès qu'une armée sur le pied de guerre est entrée dans un pays étranger, il faut lui faire exécuter les mouvements qui doivent amener aux résultats qu'on se propose d'obtenir. Mais alors il faut la faire subsister et la faire marcher en ordre, lui assurer des vivres dans des espaces de terrain appauvris et resserrés, et maintenir sa discipline pendant des marches qui seront exécutées à travers des difficultés inouïes et les obstacles de tout genre que la nature, le climat et les hommes viendront lui apporter.

Arrivée à ce point, la science militaire a les rap-

ports les plus intimes avec l'histoire, la diplomatie et le droit public.

C'est alors qu'il importe de confier la direction de l'armée à un homme capable d'obtenir avec elle les plus grands résultats, à un général qui ait une tête froide et sache prendre, à un moment donné, une détermination énergique.

L'étude approfondie et sérieuse de la science militaire est nécessaire pour se former un jugement sain et arriver à en faire un bon emploi.

C'est ce que comprit l'archiduc Charles, qui, dès son jeune âge, chercha à acquérir ces connaissances indispensables au général en chef.

Charles, archiduc d'Autriche, était troisième fils du grand-duc de Toscane, Léopold II, et de l'infante Marie-Louise d'Espagne. Il naquit à Florence le 5 septembre 1771.

Il montra dès son enfance les plus grandes dispositions pour l'étude des sciences mathématiques et de la mécanique. Ses compagnons pouvaient déjà pressentir ce que l'avenir lui réservait, quand il partit pour les Pays-Bas, où l'emmenait en 1790, la grande duchesse Christine, femme du duc Albert de Saxe-Teschen.

L'archiduc Charles ne prit aucune part à la soumission des Pays-Bas révoltés contre l'empereur Joseph II, mais en revanche il commença ses études sur l'art de

la guerre sous la direction de Maillard et d'Arnal, que ses biographes lui donnent comme premiers maîtres.

L'archiduc était né à une époque où il suffisait d'être noble pour obtenir le droit de porter l'épaulette et parvenir de suite, pour peu qu'on fût de naissance élevée, aux plus hautes dignités militaires. Mais il voulut conquérir par l'étude le droit de commander les armées.

La révolution française venait d'éclater, et, suivant une expression énergique, *vomissait ses bataillons de volontaires sur le sol de l'Europe :* un des premiers pays qui se trouvait sur leurs pas était la Belgique. L'archiduc suivit l'armée autrichienne, mais sans y exercer aucun commandement et assista ainsi à la bataille de Jemmapes. Il cherchait les occasions de compléter ses études par l'application pratique des principes, et à se mettre à même d'exercer le commandement qui allait lui être confié. Cette bataille décida du sort des Pays-Bas, que les Autrichiens furent forcés d'abandonner.

Les archives et autres objets précieux furent transportés en Hollande. L'archiduchesse Christine se réfugia à Ruremonde, et l'archiduc de Saxe-Teschen étant tombé malade, après avoir conduit son armée derrière la Dyle, en remit le commandement entre les mains du général Clairfayt.

Les Autrichiens ne purent rester dans cette position quand Dumouriez eut fait la conquête de la Belgique et de la Hollande; ils se retirèrent derrière l'Erft et y prirent leurs quartiers d'hiver.

Le conseil aulique envoya alors le prince Josias de Cobourg prendre le commandement de cette armée, qui fut renforcée et composée de 38 bataillons et 57 escadrons, formant un total de 36 750 hommes.

L'archiduc eut le commandement du corps d'avant-garde composé de 11 bataillons et 11 escadrons; les corps de première et de deuxième ligne, composés chacun de 8 bataillons et 16 escadrons étaient commandés par les généraux Ferrari et Colloredo, le corps de réserve de 11 bataillons et 14 escadrons était aux ordres du général de Clairfayt.

Dans la nuit du 28 février au 1er mars, l'armée autrichienne passa la Röer sur quatre points, entre Julieset Düren. Le corps d'avant-garde de l'archiduc Charles, que suivait le prince de Cobourg, marcha sur la position d'Aldenhowen, et l'emporta, grâce au concours du général Clairfayt. Ce fut dans cette occasion qu'il commença à faire remarquer son brillant courage. Ses troupes hésitaient. L'archiduc se met à la tête du régiment de dragons de Latour et se lance avec eux sur l'ennemi en leur criant : Les Français se

croient invincibles, montrez-vous des hommes, de braves wallons, et chassez-les jusqu'au diable!

Le 1er mars, le prince de Cobourg établit son quartier-général à Aldenhowen, et l'archiduc se dirigea sur Maestricht, dans l'intention d'en faire lever le siége, ce à quoi il réussit.

Le 4, le corps d'avant-garde et celui de la première ligne se dirigèrent vers la Meuse. L'archiduc rencontra avec ses troupes l'ennemi en marche sur Tongres; il attaqua les Français avec résolution, et quoique dépourvu de cavalerie, il les obligea à se retirer. A cette affaire, le roi Louis-Philippe et le général Riault cherchèrent, mais en vain, à l'enlever et à couvrir la retraite du général Miranda.

Le 5 mars, l'archiduc continua sa marche sur Tongres; il trouva la ville abandonnée, et l'occupa avec 3 bataillons de grenadiers.

Le 13 mars, il vint camper avec son avant-garde en avant de Saint-Trond, où le prince de Cobourg avait établi son quartier-général. Tout le reste de l'armée autrichienne était en avant de Tongres.

Le 15 mars, l'armée autrichienne se mettant en marche pour prendre ses cantonnements en avant de la grande Gête, rencontra l'armée de Dumouriez. L'archiduc trouvant la petite ville de Tirlemont déjà occupée par les Français, l'attaqua et s'y établit, mais le

16 au matin il fut obligé de se retirer devant Dumouriez, et de prendre position derrière la petite Gète.

Le 18 mars, il prit une part brillante à la bataille de Nerwinden, et reçut à cette occasion la croix de commandeur de l'ordre de Marie-Thérèse.

Le surlendemain, l'armée fit un mouvement sur sa droite dans la direction de Tirlemont, sur laquelle elle marcha en trois colonnes. La colonne de droite, à droite de la chaussée de Louvain, se composait de la deuxième ligne. La colonne du centre, composée du corps d'avant-garde aux ordres de l'archiduc et de la première ligne, était à gauche de la chaussée : la colonne de gauche, formant le corps de réserve aux ordres du général Clairfayt, se dirigea sur Tourennes.

Le combat fut sanglant surtout au centre sous les ordres de l'archiduc Charles qui combattit à sa tête avec sa valeur accoutumée, mais dut néanmoins battre en retraite. Il se fit remarquer dans cette occasion par ses talents militaires.

Le 23 et le 24 mars l'armée autrichienne rentrait encore une fois dans Bruxelles, où le 25 l'archiduc Charles et le prince Josias de Cobourg faisaient chanter un *Te Deum*.

L'archiduc avait pris une part brillante à la guerre pour ses premiers débuts, aussi l'empereur lui donna le gouvernement des Pays-Bas. Les actes de

son administration, qui ne devait pas être de longue durée, peuvent se résumer en disant qu'il accorda aux habitants du Brabant tous les priviléges dont ils jouissaient sous Charles VI.

Mais le besoin de s'instruire l'enleva bientôt à ses provinces et ce fut ainsi qu'il assista à l'attaque du camp de Famars le 24 mai suivant. Il se trouvait du côté opposé au prince de Cobourg et se porta de sa personne aux endroits les plus périlleux.

Peu de temps après la visite que l'empereur François fit en Belgique, l'archiduc prit part à quelques-unes des opérations de l'armée alliée. Il se trouva à la bataille de Fleurus où il commandait le corps du centre qui attaqua avec tant d'énergie les retranchements de Campinaire défendus par le général Lefebvre qui avait comme chef d'état-major, le colonel Soult[1]. Une fois la bataille perdue, il opina pour la retraite. Les Pays-Bas étant retombés aux mains des Français, l'archiduc passa à l'armée du Haut-Rhin aux ordres de l'archiduc Albert, son ami; mais d'une santé faible il dut bientôt se reposer des fatigues du service. Il quitta l'armée en 1795 et alla habiter Vienne où il étudia les parties les plus élevées de la science militaire avec le général Lindenau.

L'année suivante l'archiduc succéda au général

1. Depuis maréchal-général Soult et duc de Dalmatie.

Clairfayt dans le commandement de l'armée autrichienne ; ses troupes étaient concentrées entre les deux armées françaises de Sambre-et-Meuse et du Rhin.

Nous n'entrerons pas dans le détail decette campagne et de celles qui suivirent. L'archiduc les a retracées avec la concession et la clarté qui doivent caractériser les ouvrages militaires.

Nous dirons seulement que les deux armées françaises partant des deux points extrêmes de leur base d'opérations pour aller converger très-loin dans la vallée du Danube, adoptèrent deux lignes d'opérations extérieures par rapport à la position de l'armée autrichienne qui battit d'abord l'armée de Sambre-et-Meuse à Wurbourg et ensuite força l'armée du Rhin à se retirer devant elle.

En donnant quelques détails sur les premiers débuts de l'archiduc avant qu'il fût appelé au grade de feld-maréchal-lieutenant et au commandement en chef d'une armée ; nous avons voulu confirmer par son exemple ce principe qui termine son ouvrage sur la grande guerre, que *pour devenir général, il faut se ormer soi-même.*

La réputation qu'il venait de s'acquérir dans cette campagne détermina le conseil aulique à le mettre à la tête de l'armée d'Italie qui dut tenir tête au général Bonaparte en 1797.

L'archiduc sut maintenir en présence d'un semblable adversaire sa réputation. Il fit preuve d'une grande bravoure au combat de Tarwis à la tête d'une division de grenadiers.

Après la retraite de Campo-Formio il fut nommé capitaine-général en Bohême, et tout en s'occupant de détails d'administration intérieure, il chercha à nouer des relations diplomatiques avec la Bavière et à la faire entrer dans une alliance où on comptait déjà l'Autriche et la Russie.

En 1799 il fut mis à la tête de l'armée autrichienne qui combattit en Suisse et en Allemagne. Il a donné une relation de cette campagne.

En quittant le commandement de l'armée il retourna en Bohême pour y organiser un système de défense et il y resta la plus grande partie de l'année 1800.

Le 14 décembre de cette même année, le conseil aulique, qui était toujours obligé de recourir à ses talents militaires dans les moments difficiles, l'appela à remplacer l'archiduc Jean à la tête de l'armée qui venait d'être battue à Hohenlinden; mais il fut obligé de rester sur la défensive devant Moreau, tout en faisant des instances auprès du cabinet de Vienne pour l'inviter à conclure la paix.

Après la paix de Lunéville, il fut nommé feld-maréchal et président du conseil de guerre aulique. Dans

cette haute position il se mit aussitôt à l'œuvre pour modifier le système militaire de l'Autriche et le mettre en harmonie avec les perfectionnements apportés dans les armées françaises depuis la Révolution.

Des raisons politiques l'empêchèrent de prendre part à la campagne de 1805 en Autriche. Il eut encore à cette époque à combattre en Italie Masséna auquel il disputa la bataille de Caldiéro.

En 1809, avec une armée organisée sur le modèle du système divisionnaire français, il combattit l'empereur Napoléon, dont on peut dire qu'il fut un des plus sérieux adversaires, à Thann, à Abensberg, à Ratisbonne, à Ekmühl et enfin lui livra les célèbres batailles d'Essling et de Wagram, où il reçut deux blessures.

Ce fut sa dernière campagne.

L'archiduc ne prit aucune part à la guerre de l'indépendance, peut-être par politique, peut-être par raison de famille, l'empereur des Français étant devenu le gendre de l'empereur d'Autriche.

Son nom se trouve dans les chants populaires de cette époque et on le rencontre souvent dans les poésies de Körner ce soldat-poëte qui nous fit la guerre avec tant d'ardeur et d'enthousiasme. Le portrait de l'archiduc que l'Autriche appelait son sauveur était dans toutes les chaumières.

Il épousa en 1815 la princesse de Nassau-Wies-

buerg dont il eut plusieurs enfants à l'éducation desquels il s'adonna tout entier.

L'archiduc Charles était d'un extérieur agréable, et plein de dignité, il avait une taille moyenne, le front découvert, le nez un peu long et courbé, les yeux bleus, il possédait en un mot le type de physionomie de la maison de Hapsbourg. Sa conversation était animée, attachante, et la douceur de son organe contribuait à lui donner encore plus d'attrait. Enfin sa manière d'être franche et cordiale rendait son abord des plus agréables.

Tous les jours l'archiduc allait, accompagné de ses enfants, se promener sur les glacis de Vienne, et s'il leur arrivait de rencontrer un peu de foule, il s'y jetait joyeusement avec ses « *coquins* » pour s'y pousser et s'y heurter avec l'entrain d'un jeune homme.

Il mourut le 30 avril 1847, entouré de l'estime et de l'admiration générales et laissant sa vie comme modèle d'une des plus belles vies militaires.

Si comme général il a laissé une brillante réputation, il mérite également d'un autre côté d'être classé au premier rang parmi les écrivains militaires.

L'archiduc ne laissa pas ses loisirs inoccupés quand il quitta le commandement en chef des armées. Il publia plusieurs ouvrages qui obtinrent nne réputation bien justement méritée. Deux surtout : *Les Princi-*

pes de stratégie développés par la relation de la campagne de 1796 en Allemagne. Vienne 1813, 3 volumes avec la carte du théâtre de la guerre et 11 plans (en allemand); et l'*Histoire de la campagne de 1799 en Allemagne et en Suisse*, 2 volumes in-8 et atlas in-fol. Vienne 1819 (en allemand), sont connus de tous les officiers qui s'occupent des sciences militaires.

Tous deux ont été traduits en français par le général Jomini qui les a enrichis de notes critiques remarquables, mais auparavant l'archiduc avait préludé à ces ouvrages en publiant un in-folio sur la grande guerre sorti des presses de l'imprimerie impériale de Vienne en 1808, sans nom d'auteur, et destiné spécialement aux officiers-généraux de l'armée autrichienne.

Ces ouvrages ont été jugés aujourd'hui par tous les militaires comme les plus remarquables et les plus intéressants qui aient été écrits sur la stratégie.

Le général Jomini, dont le nom fait autorité en matière de science militaire, dit en parlant du travail de l'archiduc sur les campagnes de 1796 et 1799 : *Cet ouvrage, qui fait autant d'honneur à l'illustre prince que les batailles qu'il a gagnées, mit le complément aux bases de la science stratégique, dont Lloyd et Bulow avaient soulevé le premier voile.* »

Jusqu'à présent ils ont été seuls connus de la plu-

part des officiers : une lacune restait à remplir. Les *Principes de la grande guerre* n'avaient pas encore été traduits en français, et cependant il était bon de mettre à la portée de tous les officiers qui veulent s'instruire et qui ne possèdent pas suffisamment la connaisance de la langue allemande, cet ouvrage, *où se montrait déjà le génie du maître,* dit le général Jomini, quand il parut en 1808.

Il vient d'être traduit en français par un officier connu du monde militaire par ses savantes publications et par ses cours à l'école de Saint-Cyr. Cet ouvrage renferme un traité de la grande guerre en trois chapitres où la partie théorique est traitée de main de maître, et à la suite vingt-cinq exemples tactiques avec des planches et des légendes viennent expliquer les principes établis dans la première partie.

L'archiduc débute par des considérations générales sur la guerre, et sa première maxime est de proclamer que *la guerre est le plus grand malheur qui puisse arriver à un État, à une nation. Le principal soin d'un souverain, d'un général en chef sera donc de convoquer dès l'ouverture de la guerre toutes les forces disponibles, et de les employer de telle sorte que cette guerre dure le moins possible et se termine bientôt de la manière la plus favorable.*

Il traite des points décisifs et arrive à la définition

de l'art de la guerre : *il consiste*, dit-il, *dans l'art de réunir et d'employer un nombre supérieur de troupes sur le point décisif.*

Le général Jomini développant plus tard cette idée est venu confirmer encore les principes de l'archiduc et les appuyer de l'autorité de son nom.

Après avoir traité des diverses armes, des diverses espèces de guerre, du plan des opérations de la guerre offensive, il passe à la guerre défensive et pose le fameux principe qui, appliqué par lui en 1796, lui donna la victoire.

L'*ennemi*, dit-il, *se partage-t-il pour pénétrer sur plusieurs points et laisse-t-il échapper l'avantage de sa supériorité : alors on peut, du point où toutes les troupes se trouvent réunies, tomber successivement sur chacun de ces corps isolés, les battre l'un après l'autre et donner ainsi à la guerre toute autre tournure.*

En 1796, en effet, les deux armées françaises du Rhin et de Sambre-et-Meuse avaient pour base d'opérations, le Rhin depuis Dusseldorf jusqu'à Bâle. Elles partent des deux extrémités de cette base, pour prendre une direction concentrique sur le Danube et former deux lignes extérieures par rapport à l'armée autrichienne aux ordres de l'archiduc qui occupe une position centrale et qui à cheval sur le Rhin par les deux places de Mayence et de Mannheim peut opérer

aussi bien sur l'une que sur l'autre rive du fleuve. Profitant habituellement de cette situation, il dérobe quelques marches à Moreau, qui commande l'armée du Rhin et se jette sur celle de Sambre-et-Meuse qu'il écrase à Wurzbourg avec toutes ses forces. Il se tourne alors de nouveau contre Moreau qu'il oblige à battre en retraite.

Dans la guerre défensive en pays de montagne, il ne faut pas non plus, dit-il, *s'écarter du principe essentiel de la concentration des forces sur le point décisif. Il ne faut pas se laisser induire en erreur sur l'avantage spécieux que nous offre la défense de toutes les entrées et de tous les défilés donnant accès dans un pays*. Ce sont ces principes qui, appliqués par Masséna dans sa belle campagne de 1799, lui ont permis de remporter cette magnifique victoire de Zurich, complément de toutes les manœuvres dès le début de la campagne, et qui ont confirmé une fois de plus encore la vérité de principes déjà posés par les écrivains qui s'étaient occupés de la guerre des montagnes.

L'archiduc traite ensuite des forteresses et des quartiers d'hiver qui terminait le premier chapitre.

Le chapitre suivant traite des magasins, des marches des armées, des positions, des retranchements, des passages des rivières, des quartiers d'hiver et cantonnements, et l'archiduc y pose encore des principes

clairs et nets dont l'application se trouve aux exemples tactiques.

Il faut également ne pas perdre de vue ici, en parlant des quartiers d'hiver et cantonnements, *la règle principale de poster les troupes de telle sorte que toutes les forces puissent être réunies sur le point décisif de la ligne d'opération dans le moins de temps possible.*

Il n'y a qu'un général ignorant, auquel les principes de la science de la guerre ne sont pas familiers, ne sachant discerner ni le point décisif, ni reconnaître son importance, qui divise les forces, soit dans l'offensive, soit dans la défensive.

Dans la guerre offensive, depuis les grandes opérations jusqu'aux attaques des position et de postes, il se dessaisit par cette manière d'agir de tous les avantages qui pouvaient l'autoriser à faire une attaque, et crée à l'ennemi la possibilité de se jeter avec toutes ses forces et par suite avec supériorité contre les corps de troupes isolés et de les battre l'un après l'autre, sans qu'ils puissent lui résister, faisant ainsi non-seulement échouer les combinaisons de son plan, mais laissant détruire en détail son armée.

Dans la guerre défensive à laquelle on se trouve la plupart du temps contraint par la supériorité de l'adversaire, on ne peut rien faire assurément de plus con-

traire au but que de rendre cette supériorité encore plus décisive, en se mettant en même temps hors d'état de pouvoir peut-être faire en un seul endroit une résistance assez médiocre. Plus loin on trouve encore : *Il est impossible et très-dangereux de défendre une rivière avec une armée en occupant ses rives et chaque point de passage.*

L'application de ces principes se retrouve dans toutes les guerres modernes. L'art de faire vivre une armée nombreuse en pays ennemi surtout est un des plus difficiles, dit Jomini. Lorsque en 1807 la grande armée fut cantonnée derrière la Passarge, il fallut beaucoup d'habileté pour la maintenir et la nourrir dans cette position. Il en fallut également beaucoup pour assurer l'entretien de l'armée dans les campagnes de 1800 et de 1805. C'est en étudiant, attentivement l'histoire de ces campagnes, la surprise des cantonnements de Turenne dans la Haute-Alsace en 1674, qu'on arrivera à se former une idée de ce qu'on peut entreprendre dans de semblables occasions.

C'est à la suite de l'étude attentive des grands événements qui avaient précédé que l'archiduc posa probablement sa maxime fondamentale sur les passages et défense des rivières, maxime que nous venons de reproduire et dont il fit une si heureuse application à la bataille d'Essling en 1809, qu'on ne saurait trop ap-

peler l'attention sur les divers détails de cette remarquable action de guerre.

Les passages et défenses de rivières en effet doivent être étudiés au double point de vue de la tactique et de la stratégie, en tant qu'il s'agit de grands fleuves ou de grandes rivières, car si le passage matériel est en lui-même une opération tactique, la détermination du point où il doit s'effectuer tient aux plus hautes combinaisons de la stratégie.

Et nous en trouverions au besoin la preuve dans les exemples que nous ont laissé le duc de Vendôme à Cassano, dans le passage du Pô pendant la campagne de 1796, par Napoléon, du Tagliamento, en 1797, dans les passages du Rhin et du Pô, par Moreau et Napoléon en 1800, dans celui du Danube à Donauwerth et Ingolstadt en 1805, egalement par Napoléon dans ses immortelles campagnes, et de nos jours, nous citerons encore celui du Danube à Satounovo en 1828 par l'armée russe.

Enfin le chapitre III, traitant de l'escorte des convois, des démonstrations, des corps de partisans, de la guerre des Turcs, des changements produits dans la manière de conduire la guerre par les dernières guerres françaises, termine l'ouvrage.

On y retrouve la main du maître qui a écrit les deux premiers, surtout dans la partie qui a trait aux

démonstrations et aux corps de partisans. Les guerres continuelles de l'Autriche avec les Turcs ont donné occasion à l'archiduc de formuler quelques principes sur la manière de combattre les troupes irrégulières. Enfin l'emploi des tirailleurs dans les premières campagnes de la révolution était bien fait pour appeler son attention sur un sujet aussi important. Il termine ce chapitre par une conclusion où il résume rapidement les principales vérités de la science militaire.

Les principes de la science militaire furent, sont et seront toujours les mêmes, parce qu'ils se basent sur des vérités incontestables, dit-il. Cette proposition a été confirmée par tous les écrivains militaires depuis cette époque.

Il est loin ce temps où le maréchal de Saxe écrivait dans ses rêveries que *la guerre est une science couverte de ténèbres, au milieu desquelles on ne marche point d'un pas assuré. La routine et les préjugés en sont la base, suite naturelle de l'ignorance*. L'examen, l'étude approfondie et laborieuse des campagnes des grands capitaines ont amené au contraire à établir cette vérité, qui a fait dire à Jomini : « L'art de la guerre a existé de tout temps, et la stratégie surtout fut la même, sous César comme sous Napoléon. » C'est elle qui nous a fait voir que le secret de leurs succès consistait à obtenir, par la mobilité et la ra-

pidité, l'avantage de porter successivement le gros de ses forces sur des fractions seulement de la ligne ennemie, et à diriger ses coups dans la direction la plus décisive. Mais pour en arriver à l'application de ce ce principe, il faut avoir longuement médité l'histoire des campagnes des grands capitaines. L'archiduc proclame cette vérité en terminnt la conclusion de la partie théorique des principes de la grande guerre par ces mots : *Cet art de l'application ne peut s'obtenir que par la lecture de l'histoire des guerres, par la méditation et l'appréciation des événements passés, quand on se sera doté de l'intelligence de la chose et du coup d'œil par une fréquente pratique sur le terrain.*

Nous venons d'essayer de donner dans une exquisse rapide une faible idée de l'ouvrage si remarquable de l'archiduc. Livre essentiellement utile, il est d'un usage journalier. Il n'est en effet aucun militaire qui ne désire se rendre compte de ces beaux mouvements stratégiques et tactiques dont il lit la description chaque jour dans notre histoire moderne. Qu'il consulte alors l'ouvrage de l'archiduc, et il y trouvera, comme dans un dictionnaire, le secret de la plupart de ces combinaisons.

Malgré l'époque à laquelle il a été publié, il n'a pas vieilli, et plus d'un officier, en le lisant, pourra trouver dans quelques-uns des exemples tactiques

qui accompagnent le texte des analogies frappantes avec certains des faits d'armes de notre dernière guerre.

Rappelons-nous aussi sans cesse cette parole de Bacon : « La science est une force, et l'homme peut en raison de ce qu'il sait. »

Pénétrons-nous de cette vérité, et travaillons pour être à la hauteur de la mission que nous pouvons être rappelés à remplir.

On ne fait pas évidemment la guerre rien qu'avec la science, mais il est plus d'une occasion où elle rend de grands services. Certainement l'étude ne fera pas devenir homme de guerre, sans avoir parcouru la carrière des armes, un homme mal disposé pour cette profession; mais enfin, quand même elle n'aurait servi qu'à faire reconnaître que l'inclination manque, que certaines cordes touchées ne répondent point, et par suite indiquent l'absence de toute vocation, ce serait déjà quelque chose. L'homme doué d'un caractère honnête, reconnaissant alors à ces signes qu'il n'est point fait pour suivre la carrière des armes, pourra embrasser une autre profession où il obtiendra plus de réputation et réussira à se rendre plus utile à ses semblables. Et l'étude aura servi alors une fois de plus à confirmer cette maxime, que la mission de l'homme, comme être moral et religieux, est

de se perfectionner, c'est-à-dire de s'élever à la hauteur de ses devoirs et non de rester au-dessous.

Enfin à ceux qui objecteraient la difficulté de se procurer un livre que son exécution typographique remarquable et la gravure des plans qu'il renferme portent à un prix assez élevé; à ceux-là nous leur dirons : allez voir l'éditeur des œuvres du général Bardin, du général Marion, etc, il vous facilitera la lecture des *Principes de grande guerre*, lui qui s'honore d'être un ancien ingénieur.

C. Soye.

Nota. On a consulté pour cette Notice les ouvrages de Schneiduwind, Dylor, le Neuer Nekrolog der deutschen et l'Allgemeinc Zeitung, aunée 1847.

MÉTHODE

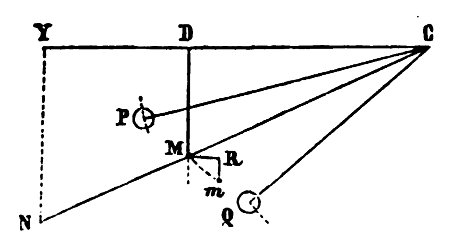
POUR TROUVER

LE CENTRE D'OSCILLATION

D'UN PENDULE COMPOSÉ

PAR LOMBARD.

Soit le pendule CPQ composé de plusieurs poids P, Q, etc. dans un même plan ou dans différents

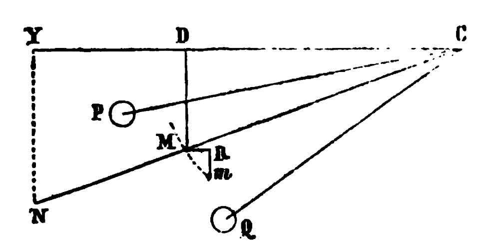


plans, que ce pendule fasse ses oscillations autour d'un axe qui passe par C ; M est le centre de gravité

du système des corps P, Q, dont nous représenterons la somme par M ; la ligne CMN est l'axe du pendule ; si NC est la longueur d'un pendule simple dont les oscillations se font dans le même temps que celles du pendule composé ; des points N, M on abaissera les perpendiculaires NY, MD sur l'horizontale CY menée par le point C.

Cela posé, supposons que les poids P, Q et le centre de gravité M aient acquis, par la chute du pendule depuis la situation horizontale CY jusqu'à la situation CM, des vitesses que nous nommerons p, q et u, et qui soient proportionnelles aux distances PC, QC, MC à cause de la connexion des parties du pendule.

Pour trouver la force accélératrice du pendule, il faut concevoir toutes ses parties réunies à leur centre de gravité M. La masse M, multipliée par la distance CM $= a$, c'est-à-dire aM exprimera la sollicitation accélératrice suivant la direction DM ; ayant donc pris un arc infiniment petit Mm décrit dans l'instant dt,



l'on mènera mR perpendiculaire et MR parallèle à CY.



La sollicitation aM suivant DM sera à la sollicitation suivant l'arc Mm ou à sa tangente comme Mm est à mR. Ainsi faisant DM $= x$, mR sera $= dx$, $Mm = ds$, la sollicitation suivant l'arc où sa tangente sera $M = \frac{aMdx}{ds}$.

Mais l'effet que cette sollicitation produit dans l'instant dt n'est autre chose que la somme des accroissements de mouvement produits dans toutes les parties P, Q, etc. du pendule, c'est-à-dire :

$$P \times CP \times dp + Q \times CQ \times Q\,q + \text{etc.};$$

et comme la sollicitation agissante multipliée par le temps de son action est proportionnelle à l'effet produit, l'on aura cette équation :

$$\frac{aMdxdt}{ds} = P \times CP \times dp + Q \times CQ \times dq + \text{etc.}$$

Mais comme la vitesse en M est égale à u, et le temps employé à parcourir l'arc $Mm = dt$, on aura $dt = \frac{ds}{u}$, ce qui change l'équation précédente en celle-ci :

$$\frac{aMdx}{u} = P + CP + dp + Q + CQ + dq + \text{etc.},$$

mais l'on a CM (a) . CP :: u . p, donc CP $+ u = ap$, l'on aura de même CQ $\times u = aq$, donc en substituant et divisant par a, $Mdx = Ppdp + dqdq + \text{etc.}$,

et en intégrant $2Mx = Ppp + Qqq +$ etc., et mettant à la place de p et q leurs valeurs $\frac{CP \times u}{a}$, $\frac{CQ \times u}{a}$, on aura $2Mx = (P \times \overline{CP}^2 + Q + \overline{CQ}^2 + \text{etc.})\frac{uu}{aa}$, pour abréger l'on fera :

$$P \times \overline{CP}^2 + Q \times \overline{CQ}^2 + \text{etc.} = \Sigma P \times \overline{CP}^2;$$

$$\text{on aura donc } 2Mx = \frac{uu \Sigma P + \overline{CP}^2}{aa},$$

et $uu = \frac{2aaMx}{/P \times \overline{CP}^2} = 2aaRx$, en faisant $\frac{M}{/P \times \overline{CP}^2} = R$. Donc $u = a\sqrt{2Rx}$.

Les triangles semblables MCD, MmR donnent $Mm = ds = \frac{adx}{\sqrt{aa-xx}}$ et $dt = \frac{ds}{u} = \frac{1}{\sqrt{2R}} \times \frac{dx}{\sqrt{(aax\ \ x^3)}}$; ainsi le temps de la chute de CY en CN est :

$$= \frac{1}{\sqrt{2R}} \times \int \frac{dx}{\sqrt{(aax - x^3)}}.$$

Si CN est la longueur du pendule simple tautochrone on fera $CN = l$, et le temps de sa chute de CY en CN sera $= \int \frac{dy}{\sqrt{(2lly - 2y^3)}}$ en faisant $NY = y$, mais les triangles semblables CMD, CNY donnent $y = \frac{la}{a}$, donc $\int \frac{ldy}{\sqrt{(2lly - 2y^3)}} = \sqrt{\frac{al}{2}} \int \frac{dx}{\sqrt{(aax - x^3)}}$;

et à cause du tautochronisme du pendule simple et du composé. On aura :

$$\sqrt{\frac{al}{2}} \int \frac{dx}{\sqrt{(aax-x^2)}} = \frac{1}{\sqrt{2R}} \int \frac{dx}{\sqrt{(aax-x^2)}},$$ donc

$\sqrt{\frac{al}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2R}}$ et $l = \frac{1}{aR}$; or $R = \frac{M}{\Sigma P \times \overline{CP}^2}$; donc $l = \frac{\Sigma P \times \overline{CP}^2}{M \times CM}$.

C'est-à-dire que pour avoir la longueur du pendule simple tautochrone il faut diviser la somme des produits de chaque corps par le carré de sa distance à l'axe de mouvement par la somme de leurs moments.

(*Tiré du manuscrit de Lombard.*)

APPENDICE

A LA TRADUCTION DE

L'OPUSCULE DE M. TREADWELL,

SUR UN NOUVEAU SYSTÈME DE CONSTRUCTION
DES CANONS DE GROS CALIBRE,
INSÉRÉE DANS LE TOME PRÉCÉDENT DU JOURNAL
DES ARMES SPÉCIALES (PAGE 161).

En relisant, dans le *Journal des Armes spéciales*, ma tradition de l'opuscule ci-dessus désigné de M. Treadwell, et les remarques que j'y ai jointes sous forme de notes au bas des pages, je m'apperçois de quelques modifications à faire à plusieurs de ces notes écrites un peu trop au courant de la plume; je trouve aussi matière à quelques nouvelles observations qui ne s'étaient pas immédiatement présentées à mon esprit, et enfin je rencontre çà et là des fautes d'impression regrettables. Tel est le triple objet qui donne lieu au présent apendice.

FAUTES D'IMPRESSION.

Pages.	Lignes.	Mots à supprimer.	Mots à mettre à la place.
165	dernière	1827	1847
175	19	formée	fermée
id.	dernière	détruit, la	détruit la
176	11	celle	celui
187	8	moindres de	moindres, de
195	25	formant	forment
197	28	quel degré de force il	quel est le degré de force
197	29	est nécessaire d'	nécessaire pour
198	1	pour lui communiquer	»
199	11	en	,
206	5	recouvrir	recourir
207	5	le	lui
id.	6	où il se	contre laquelle il
id.	14	mise hors de service	hors d'état de continuer le service
209	18	tout à fait	»

MODIFICATIONS AUX NOTES.

Note à la page 179. — Je prie le lecteur de considérer cette note comme non avenue : j'avais perdu de vue, en l'écrivant, que la théorie qu'elle critique n'avait pas été exposée par M. Treadwell de la même manière que l'avait fait son auteur M. Pierre Barlow, en sorte qu'en définitive je ne la connais pas assez pour pouvoir en parler pertinemment.

A la place de considérations théoriques sur les différences qui ont lieu dans la manière dont périssent les pièces de fonte de divers calibres (toutes

choses égales d'ailleurs), j'aurais voulu pouvoir citer des faits d'observation, mais je n'en ai pas trouvé de véritablement comparatifs. Tout ce qui est venu à ma connaissance, touchant ce qui précède ou accompagne l'éclatement de ces sortes de bouches à feu est indépendant du calibre et se réduit à peu près à ce qui suit :

1°. Les pièces de fonte de fer qui éclatent dans le tir ordinaire, après avoir supporté un nombre plus ou moins grand de coups, le font toujours longitudinalement, suivant un plan vertical passant par la génératrice supérieure de l'âme. Cette rupture qui commence à l'emplacement du maximum de l'effort dilaniateur de la poudre, se prolonge en avant et en arrière, dans la même direction, jusqu'à ce que sa continuation par déchirement éprouve plus de difficulté à se faire dans la même direction que suivant une direction latérale à droite et à gauche.

2° Dans le tir des épreuves à outrance, à très-fortes charges de poudre, surmontées d'un grand nombre de boulets, on observe ordinairement qu'une rupture transversale accompagne la rupture longitudinale, à l'endroit correspondant au maximum de l'effort dilaniateur de la poudre, et que cette rupture transversale se manifeste par la

projection à droite et à gauche d'un grand nombre de petits fragments de la pièce. On ne saurait, toutefois, regarder cette rupture transversale, comme provenant, du moins en totalité, de l'effort dilaniateur exercé dans le sens de la longueur : elle est probablement due surtout au grand excès de force vive communiquée aux parties de la pièce situées autour du point de maximum d'effort latéral, comparativement aux parties situées plus loin en avant et en arrière.

3° Les ruptures longitudinales dans le tir ordinaire, à la suite d'un nombre plus ou moins grand de coups, sont toujours préparées par une altération préalable de la paroi intérieure de l'âme à l'endroit du maximum de l'effort dilaniateur, altération qui consiste dans l'existence d'une quantité innombrable de petites fissures longitudinales sans largeur sensible, autrement dit par l'existence d'une quantité innombrable de commencements de rupture allant graduellement en augmentant de longueur et de profondeur, à chaque nouveau tir, jusqu'à ce que rupture totale s'en suive.

4° Dans le même cas d'un tir prolongé, les lumières sont toujours fortement évasées, surtout à leur extrémité intérieure, où leur orifice prend

une forme étoilée, et cela de telle sorte qu'il y a infailliblement un des rayons (ordinairement le plus long) de l'étoile dirigé en avant dans la génération supérieure de l'âme, et deux autres à l'arrière, l'un à droite, l'autre à gauche, suivant un seul et même plan perpendiculaire à l'axe. Ces trois longues fissures paraissent influer ordinairement sur la manière dont se prolonge la rupture longitudinale commencée vers l'emplacement du projectile.

Note de la page 186. — Terminer ainsi qu'il suit l'avant-dernier alinéa, à partir du mot *seulement*. Seulement, il me paraîtrait superflu de mettre des viroles de fer forgé sur la partie antérieure de la volée.

On gagnerait à cette manière de couler le corps du canon cylindriquement et sans aucune saillie ni renflement quelconque, d'éviter deux causes importantes d'altération des propriétés physiques normales de la fonte, qui existent dans la fabrication actuelle des pièces, celle qui tient à la diminution du diamètre intérieur des moules de bas en haut, et celle qui tient à la saillie des tourillons, des moulures, du bourrelet, de la masselotte, etc.

NOUVELLES NOTES.

1re. *A la page* 169, M. Treadwell, après avoir rappelé quelques-uns des résultats des célèbres expériences de Rumford sur la force développée par la poudre brûlant dans une capacité fermée, à parois inextensibles, ajoute qu'il n'est pas de ceux qui regardent commme fautif par excès le chiffre d'environ 50 000 atmosphères assigné par Rumford à cette force, pour le cas où la poudre remplirait entièrement la capacité dans laquelle les gaz ont exercé leur action. Sa confiance pour admettre ce haut chiffre repose, dit-il, sur une expérience qui lui est propre, et dans laquelle il aurait fait éclater un canon de fer forgé dont la ténacité lui était connue. Nous regrettons vivement de ne pas connaître les détails d'une expérience de cette importance, si elle est en effet de nature à entraîner conviction; et nous espérons que si elle a, en effet, cette haute portée dans l'opinion de M. Treadwell, ce savant se décidera à la publier avec toutes les circonstances propres à faire apprécier la valeur des conséquences qu'il en déduites. Jusque-là nous ne saurions que partager les doutes, si sagement motivés, que M. le général Piobert a élevés sur les chiffres adoptés par

Rumford, pour la force absolue de la poudre dont il faisait usage, chiffres déduits d'expériences directes, il est vrai, mais non suffisamment régulières, et nous nous en tenons provisoirement à l'évaluation d'environ 30 000 atmosphères, seulement qui se déduit de la formule empirique donnée par Rumfort lui-même pour représenter aussi fidèlement que possible, l'ensemble des seules expériences véritablement régulières qu'il a faites, au nombre de 15, avec des charges progressivement croissantes.

2°. *A la page* 176, M. Treadwell, frappé de la difficulté de déterminer la relation entre l'effort supporté par les parois de l'âme d'une pièce et le poids de la charge (faute de connaître la loi du développement des gaz dans la combustion des diverses charges de poudre), y renonce, et cherche à arriver à ses fins par une autre voie. Il n'en eût probablement pas été de même, si M. Treadwell eût eu connaissance du *Traité des effets et des propriétés de la poudre* de M. le général Piobert, maintes fois cité dans nos notes et notamment dans la seconde de la page 165. Cependant, il reconnaîtra sans doute que mieux vaudrait encore une notion directement déduite de l'expérience; et dans cette pensée, nous oserons nous citer nous

même, comme ayant indiqué, dans le *Journal des Armes spéciales* de septembre 1852, un mode d'expérimentation bien facile quand on peut disposer d'un grand pendule batistique, comme nous savons qu'il en existe à l'arsenal de Washington.

3°. *A la page* 189. — A propos des recommandations de l'auteur, destinées à prévenir tout dérangement de ses manchons de fer forgé, vissés à chaud autour du corps de pièce en fonte, j'ai oublié de mentionner qu'en 1843 il a été fait à la fonderie de Ruelle (sur la proposition de défunt le général Thiery, alors colonel) un essai de fabrication qui avait cela de commun avec celle de M. Treadwell, que, sur un corps de canon en fonte (dont je ne saurais dire quelles étaient la la forme et les dimensions) on avait placé à chaud, mais sans les visser, des viroles en fergé; et que, dans l'épreuve comparative qui fut faite de ce canon, et d'un autre de fabrication ordinaire, coulé exprès, le canon cerclé, non-seulement avait moins bien résisté que le canon non cerclé, mais qu'en outre, il avait éclaté d'une manière plus dangereuse pour l'assistance, s'il y en eût eu. Au bout d'un certain nombre de coups, il s'était fait du jeu entre les manchons et le corps en fonte, soit par

un simple effet de dilatation de la fonte échauffée par le tir, soit par suite de la transmission des percussions intérieures qu'elle supportait à chaque coup. De ce jeu, quelle qu'en fût la cause, il est résulté une rupture du corps en fonte, et de cette rupture s'en est suivie celle des cercles de fer, lesquels en s'ouvrant ont été, eux aussi, projetés au loin, mais avec des mouvements de rotation qui les ont portés dans des espaces où ne seraient jamais arrivés des fragments de fonte.

N'ayant jamais connu d'autres détails de cette expérience que ceux que l'on vient de lire, j'ignore jusqu'à quel point ils peuvent autoriser à préjuger la question soulevée par M. Treadwell; mais on doit, pour le moins, tenir pour certain qu'il y aurait des précautions difficiles à prendre dans l'application des manchons à chaud, pour n'en pas altérer inutilement la tenacité et les empêcher de se détacher ultérieurement, par les mêmes causes qui ont fait détacher ceux du colonel Thiery.

4e. *A la page* 190. — L'auteur fait remarquer que la réduction de l'épaisseur du corps de pièce en fonte à moitié, suffit à prévenir la rupture transversale. J'ajoute que l'augmentation probable de la tenacité de la fonte (toutes choses égales d'ailleurs) provenant des meilleures con-

ditions dans lesquelles elle aurait été coulée, est une raison de plus de compter que cette épaisseur de un demi-calibre suffirait à ce besoin. Cependant, pour ne rien omettre, dans nos prévisions, nous devons aussi considérer qu'il peut résulter une certaine altération de la ténacité longitudinale du corps en fonte, provenant des pressions exercées sur lui par les viroles de fer forgé placées à chaud, ne fût-ce qu'au moment de leur placement. J'expliquerai ma pensée en faisant remarquer que, quelque jointivement qu'on puisse mettre les viroles à la suite l'une de l'autre, l'espace qui les séparera sera toujours considérable par rapport à celui qui sépare les molécules de la fonte; et il semble, en conséquence, qu'aux endroits du corps en fonte répondant aux joints des viroles, il pourra y avoir, si la pression à droite et à gauche de ces joints, est ou a été considérable, des effets de tiraillement des molécules capables d'en commencer la désaggrégation.

5°. L'inconvénient des canons de fonte de fer ne consiste pas seulement dans le danger d'une rupture inopinée; il réside aussi dans le prompt évasement des lumières, avec accompagnement de fissures rayonnantes, qui oblige à mettre les pièces au rebut après un assez petit nombre de

coups tirés; et cela par deux raisons : l'une que les fissures rayonnantes partant de l'orifice intérieur, et notamment celle qui se forme dans la génératrice supérieure de l'âme sont toujours une cause d'accélération de la rupture; l'autre, qu'il est impossible de mettre un grain aux pièces de fonte, sans produire aussi une accélération de rupture, par suite de l'affaiblissement des pièces en conséquence du trou qu'il faut y percer pour former le logement du grain.

On sait que ce dernier inconvénient n'existe pas pour les canons de fer forgé. D'après cela, comme les canons de M. Treadwell seraient moitié fer et moitié fonte, on pourrait être tenté de croire qu'elles pourraient recevoir des grains de cuivre, et par là avoir une durée indépendante de l'usure des lumières. Malheureusement, il y aurait, dans ce cas là même, un autre danger à redouter : c'est la corrosion probable de la fonte de fer au pourtour du têton du grain, parce que la fonte n'étant pas malléable, ou susceptible d'être matée à cet endroit comme on le fait aux canons de bronze, il y aurait toujours un joint sensible dans lequel les gaz de la poudre pénétreraient et feraient, en peu de temps, de grands ravages. RIEFFEL.

EXPÉRIENCES

SUR LES

POUDRES DE GUERRE

FAITES A L'ARSENAL DE WASHINGTON

EN 1845, 1847, 1848

PAR A. MORDECAI

Major de l'artillerie américaine

(Deuxième rapport)

TRADUIT

PAR MARTIN DE BRETTES

Capitaine d'artillerie, inspecteur des études à l'École Polytechnique.

ARSENAL DE WASHINGTON.

2 avril 1849.

Au Colonel d'artillerie G. Talcott, breveté, brigadier général.

Monsieur, depuis la remise de mon premier rapport, (février 1845) sur les expériences faites sur les poudres de guerre, j'ai profité de quelques occasions qui se sont présentées, tout en accomplissant les devoirs de me fonctions, pour continuer avec le pendule balistique les expériences nécessaires à la solution de quelques questions omises dans la première série.

Quelques-unes de ces nouvelles expériences n'ont pu être complétées à cause de l'éclatement d'un des canons. Cependant les résultats obtenus paraissant utiles au service de l'artillerie, j'en ai dressé un rapport que j'ai l'honneur de vous soumettre avec respect.

Pressé par d'autres travaux, comme vous savez, je n'ai pu faire de ces expériences une analyse aussi complète que je l'aurais faite avec plus de temps et de travail. Cependant

j'espère qu'elles présenteront assez d'intérêt pour m'excuser de n'en avoir pas indéfiniment reculé le rapport.

Je suis, très-respectueusement, votre obéissant serviteur,

A. MORDECAI.

Capitaine breveté major.

BUREAU DE L'ARTILLERIE.

17 mai 1849.

Ce rapport est soumis très-respectueusement au secrétaire de la guerre, avec prière de le faire imprimer.

G. TALCOTT.

Breveté général et colonel d'artillerie.

Approuvé le 28 mai 1849.

G. W. GRAWFORD.

RAPPORT

Je me suis proposé, en continuant avec le pendule balistique les expériences sur les poudres de guerre, qui ont donné lieu aux conclusions de mon premier rapport en 1844, de résoudre les questions suivantes :

1° Déterminer le calibre minimum du canon susceptible de donner, avec le pendule balistique, un résultat satisfaisant pour l'épreuve des poudres de guerre.

2° Déterminer, pour diverses charges, la vitesse initiale des boulets et des obus de bouches à feu de campagne.

3° Déterminer la charge qui produit le maximum d'effet, et les effets correspondants à des charges égales dans des bouches à feu de diverse longueur d'âme.

4° Continuer les expériences sur le vent des projectiles, afin de découvrir et de déterminer la loi qui représente les effets des charges en fonctions de la grandeur du vent.

5° Continuer les expériences sur des projectiles

de différente densité, afin de comparer l'influence de la densité sur les efforts exercés par les charges contre les bouches à feu et sur les portées.

En cela, comme dans le premier rapport, je donnerai d'abord le journal des expériences, puis le résumé succinct et l'analyse des principaux résultats.

La découverte du coton explosif ayant été publiée pendant que je m'occupais de ces expériences, je fis avec lui quelques expériences qui trouveront place dans ce rapport.

I

Expériences avec le canon de 6.

(25 juin 1845.)

Le poids considérable de la charpente du pendule destiné au canon très-pesant, rendait difficile et dispendieux son appropriation au canon de 6. On évita ces difficultés en élevant vis-à-vis du bloc-pendule un échafaudage de bois sur lequel on plaça le canon de 6 monté sur un affût-traîneau.

On put ainsi pointer le canon de manière que son axe se trouvât dans le prolongement de celui du bloc-pendule.

La tranche de la bouche de canon en batterie était à 30 pieds de la face du bloc-pendule et l'affût pouvait reculer de 2 pieds 1/2 environ.

Le canon dont on fit usage dans ces expériences était de 6 et en bronze (modèle 1840), il pesait 770 livres, et la longueur d'âme était de 57 pieds 5.

Mesure du diamètre de l'âme du canon de 6.

Distance à la tranche de la bouche.	Diamètre vertical.	Distance à la tranche de la bouche.	Diamètre vertical.	Distance à la tranche de la bouche.	Diamètre vertical.	Distance à la tranche de la bouche.	Diamètre vertical.
pouces.	pouces.	pouces.	pouces.	pouces.	pouces.	pouces.	pouces.
54	3.67	41	3.673	28	3.672	15	3.678
53	.67	40	.674	27	.674	14	.675
52	.67	36	.674	26	.673	13	.677
51	.67	38	.674	25	.673	12	.677
50	.67	37	.674	24	.674	11	.676
49	.67	36	.674	23	.674	10	.678
48	.67	35	.67	22	.673	9	.677
47	.67	34	.67	21	.675	8	.678
46	.67	33	.67	20	.675	7	.679
45	.672	32	.672	19	.678	6	.679
44	.67	31	.672	18	.676	5	.685
43	.673	30	.672	17	.68	0	
42	.675	29	.672	16	.679		

Les projectiles ont tous été mis dans un bain de mercure (1) et on a fixé à des *valets-erseaux* (2), au moyen de fil, ceux qui n'étaient pas réunis à la charge de poudre.

Les sachets à cartouche étaient les mêmes que ceux dont on se sert dans l'artillerie de campagne, ils avaient 3 po. 3 de diamètre.

Les poudres employées dans ces nouvelles expériences étaient de même espèce que celles dont on s'est servi dans les premières, et elles ont été désignées par les mêmes notations que dans le premier

(1) Pour déterminer la position de leur centre de gravité.
(*Note du traducteur.*)

(2) Le *valet-erseau* est une couronne en cordage, en usage dans le tir des bouches à feu à bord des navires.
(*Note du traducteur.*)

rapport. Elles ont été conservées dans un magasin très-sec et trouvées en parfait état. L'espèce de poudre A essayée le 28 avril 1847, avec le canon de 24 tiré avec la charge de 6 livres, a donné au boulet, d'après le recul du canon-pendule, une vitesse initiale de 1687 pieds.

Le plomb placé au milieu du bloc-pendule a été remplacé par un hémisphère de bois revêtu d'une plaque de fer. Cette substitution a eu pour objet d'alléger le pendule balistique et de le rendre plus sensible aux chocs des petits projectiles. On a aussi pour le même motif, supprimé le sable qui remplissait le bloc-pendule.

Le poids du bloc-pendule a été ainsi ramené à 11,047 livres; le centre de gravité était à 176 po. 43 de l'axe de suspension, de sorte que le moment était (1) :

$$pg = 1,949,009.$$

Le centre d'oscillation était à 194 po. 44 de l'axe.

Le diamètre du trou fait par le boulet de 6 dans la feuille de plomb placée sur le devant du bloc-pendule était d'environ 3 po. 7. J'ai observé qu'en général le trou fait par le boulet différait très-peu du calibre de l'âme de la bouche à feu.

La table suivante contient les expériences faites avec le canon de 6.

(1) Expériences sur les poudres de guerre et 1er rapport, page 36.

Expériences faites avec le

Numéros.	Date.	POUDRE. Espèce.	POUDRE. Poids.	BOULET. Diamètre.	BOULET. Vent.	BOULET. Poids.	POIDS du boulet et du valet.	LONGUEUR de la charge de poudre.	LONGUEUR de la charge y compris le boulet.
	1845		livres.	pouces	pouces	livres.	livres.	pouces.	pouces.
1	Juin 9	A. 2	1.25	3.58	0.9	6.08	6.093	4.1	7.25
2		»	»	»	»	.12	.153	.25	.5
3		»	»	»	»	.12	.133	.5	.0
4		»	1.5	»	»	.10	.113	.8	.9
5		»	»	»	»	.14	.153	.8	.9
6		»	»	»	»	.12	.133	.9	8.
7		»	2.	»	»	.16	.173	5.9	9.
8		»	»	»	»	.14	.153	.6	8.9
9		»	»	»	»	.13	.143	.8	9.
10		B. 1	1.5	»	»	.10	.113	4.8	7.85
11		»	»	»	»	.13	.143	.8	.85
12		»	»	»	»	.10	.113	.8	.8
13		E.	»	»	»	.11	.123	.7	.9
14		»	»	»	»	.14	.153	.6	.7
15		»	»	»	»	.17	.183	.6	.7
16		F. 1	»	»	»	.10	.113	5.5	8.5
17		»	»	»	»	.10	.113	.3	.35
18		»	»	»	»	.13	.143	.6	.5
19		G. 1	»	»	»	.11	.123	4.7	7.8
20		»	»	»	»	.13	.143	.6	.75
21		»	»	»	»	.09	.103	.7	.8
22		G. 6	»	»	»	.10	.113	.2	.35
23		»	»	»	»	.12	.133	.3	.5
24		»	»	»	»	.12	.133	.3	.4
25		H.	»	»	»	07	.083	3.	8.1
26		»	»	»	»	.07	.083	3.	7.9
27		»	»	»	»	.10	.113	3.	8.
28	10	A. 3	»	»	»	.16	.173	4.9	7.6
29		»	»	»	»	.16	.173	4.9	8.
30		»	»	»	»	.14	.133	4.9	8.
31		»	»	3.48	0.19	5.74	5.75	4.7	7.7
32		»	»	»	»	.65	.66	4.7	7.9
33		»	»	»	»	.48	.49	4.8	7.9
34		»	»	3.58	0.09	6.09	6.26	—	8.7
35		»	»	»	»	.18	.37	—	8.8
36		»	»	»	»	.12	.3	—	8.65

canon de campagne de 6.

Point du choc.	Oscillation du pendule.	Vitesse du boulet.	Numéros.	OBSERVATIONS.
pouces.	° ′ ″	pieds.		
195.05	2 11 20	1437	1	Temps clair ; vent E. ; therm. 90° (1).
194.8	2 09 30	1407	2	
194.35	2 11 20	1430	3	
194.75	2 26 18	1594	4	
194.65	2 25 50	1580	5	
195.75	2 23 40	1553	6	
194.5	2 40	1732	7	Nombreuses marques de grains de poudre sur la face antérieure du bloc-pendule.
194.5	2 37	1700	8	
194.9	2 39	1723	9	
195.05	2 20 30	1529	10	
194.45	2 19	1510	11	
195.35	2 21 30	1538	12	
194.25	2 00 40	1316	13	
195.65	2 05 30	1353	14	
194.5	2 03 20	1331	15	
194.5	2 08 50	1406	16	
195.15	2 15	1583	17	
195.	2 11 40	1426	18	
194.6	2 18 10	1504	19	
194.65	2 19	1509	20	
194.9	2 18	1505	21	
195.2	2 30 40	1638	22	
195.35	2 31	1634	23	
194.95	2 29 40	1624	24	
194.95	2 20	1532	25	
194.15	2 18	1516	26	
194.35	2 17 20	1500	27	
194.55	2 17 50	1489	28	
195.75	2 20 20	1507	29	
195.15	2 22	1534	30	
194.35	2 00 40	1400	31	
195.1	1 59 30	1404	32	
195.	1 57	1418	33	
194.85	2 21	1538	34	Cartouches avec boulets fixés aux sachets comme pour le service de campagne. Les sabots sont arrêtés par l'écran.
195.15	2 19 30	1498	35	
195.95	2 20 50	1520	36	

(1) Le thermomètre employé est celui de Farenheit, qui marque 32° à la glace fondante, et 212 à l'eau bouillante, ce qui donne 180° entre les deux repères. Ainsi 180° Farenheit équivalent aux 100° centigrades, ou 1° F = $\frac{5°}{9}$ cent.

(*Note du traducteur.*)

II

Expériences avec l'obusier de campagne de 12 livres.

(11 Juillet 1816.)

On monta l'obusier de bronze de campagne de 6 livres sur l'affût-traîneau du canon de 6.

Cet obusier avait une chambre cylindrique, longue de 4 po. 25 et de 3 po. 6 de diamètre, qui était raccordée avec l'âme par une surface conique de 3 po. de hauteur. La longueur de l'âme (chambre non comprise) était de 46 po. 25

Mesure de l'âme de l'obusier de 6 livres.

Distance à la tranche de la bouche.	Diamètre vertical.	Distance à la tranche de la bouche.	Diamètre vertical.	Distance à la tranche de la bouche.	Diamètre vertical.	Distance à la tranche de la bouche.	Diamètre vertical.
pouces.	pouces.	pouces.	pouces.	pouces.	pouces.	pouces.	pouces.
43	4.622	34	4.630	25	4.632	16	4.637
42	.625	33	.630	24	.633	15	.638
41	.625	32	.630	23	.633	14	.638
40	.627	31	.631	22	.633	13	.638
39	.628	30	.630	21	.635	12	.638
38	.628	29	.632	20	.635	11	.638
37	.628	28	.632	19	.635	10	.638
36	.63	27	.630	18	.636	9	.640
35	.63	26	.630	17	.637		.640

La poudre était contenue dans un sachet pour cartouches de canon de 6.

Avec 1 livre 1/2 de poudre, le sachet avait la même longueur que la chambre de l'obusier. On y ajoutait un tampon en bois de 1 po. 4 de hauteur avec la charge d'une livre, afin que le sachet remplît la chambre. Quand la charge était de 2 livres, le sachet pénétrait dans l'âme d'environ 1 po. 25.

On égalisait les poids des obus dont on s'est servi dans les expériences, au moyen d'un mélange de sable et de sciure de bois.

Les obus et les boulets étaient ensabotés comme pour le service de campagne.

Expériences avec l'obusier de campagne de 12 livres.

(14 juillet 1845. — Temps serein. — Vent sud. — Therm. 90°.)

Numéros.	POUDRE.		PROJECTILE.			Poids du projectile ensaboté.	Point de choc.	Oscillation du pendule.	Vitesse du projectile.
	Espèce.	Poids.	Diamètre.	Vent.	Poids.				
		livres.	pouces.	po.	livres.	livres.	pouces.	° ′ ″	pieds
1	A. 3	1	4.528	0.1	8.5	8.9	192.29	2 13 16	1029
2	»	»	»	»	»	.88	194.2	2 15	1035
3	»	»	»	«	»	.89	194.6	2 18	1056
4	»	1.25	»	»	»	.91	194.8	2 29 30	1142
5	»	»	»	»	»	.88	194.6	2 31	1155
6	»	»	»	»	»	.87	194.4	2 34 40	1184
7	»	2	»	»	11.56	12.96	195.1	3 50	1197
8	»	»	»	»	.74	13.16	194.6	3 34 20	1205
9	»	»	»	»	.65	13.06	195.	3 49 40	1187

Il était évident qu'une partie du sabot pénétrait dans le bloc-pendule. Aussi dans le calcul de la

vitesse du projectile, j'ai considéré son poids comme augmenté de la moitie de celui du sabot.

Les obus se brisaient généralement en frappant le contre-pendule.

Après ces expériences on retira le bloc de bois du contre-pendule. On observa qu'il était légèrement altéré par les projectiles et avait seulement perdu 1 livre de son poids primitif.

(Octobre 1845.)

L'hémisphère de plomb employé précédemment comme garniture du récepteur du contre-pendule, se déformant par le choc des projectiles, j'essayai de le remplacer par un massif de fer coulé évidé à sa partie antérieure et fermé par une plaque de plomb. Je pensais que le bloc-pendule, rendu plus léger par cette disposition, pourrait aussi résister aux chocs des boulets du canon de 12, avec lequel on devait faire ultérieurement des expériences. Mais, avant le commencement des expériences avec le canon de 12, on eut besoin de monter celui de 24 pour essayer quelques échantillons de poudre, et il arriva qu'après six coups à la charge de 4 liv. et six à celle de 3 livres, le massif de fonte fut fendu de manière à être mis hors de service. On le remplaça par le massif de plomb et d'étain en usage jusqu'alors.

(La suite au prochain volume.)

Pl. I

Fig. 4

100 200 300 400 Toises

Fig. 5

Fig. 10

Fig. 11

Fig. 12



TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE SEPTIÈME VOLUME DE LA QUATRIÈME SÉRIE

DU JOURNAL DES ARMES SPÉCIALES.

(Janvier à juin 1857.)

PLANCHES :

FIN DE LA TABLE DU TOME VII.

Paris. — Typographie de Gaittet et Cie, rue Gît-le-Cœur, 7.

JOURNAL

DES

ARMES SPÉCIALES

AVERTISSEMENT DE L'ÉDITEUR

Nous publions aujourd'hui les numéros de juillet, août, septembre, octobre, novembre et décembre, tome VIII. Ce volume forme le deuxième semestre de l'année 1857.

Le premier janvier prochain, nous publierons les numéros de janvier, février, mars, avril, mai et juin, tome IX. Ce volume formera le premier semestre de l'année 1858.

J. CORRÉARD.

Paris. Typographie Beaulé, 10, rue Jacques de Brosse.

JOURNAL

DES

ARMES SPÉCIALES

ET DE

L'ÉTAT-MAJOR

PUBLIÉ SUR LES DOCUMENTS FOURNIS PAR LES OFFICIERS
DES ARMÉES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

PAR

J. CORRÉARD
Ancien ingénieur

QUATRIÈME SÉRIE. — TOME VIII. — 24e ANNÉE.
N. 7 A 12, JUILLET A DÉCEMBRE 1857.

PARIS
LIBRAIRIE MILITAIRE, MARITIME ET POLYTECHNIQUE
DE J. CORRÉARD
Libraire-éditeur et libraire-commissionnaire
RUE SAINT-ANDRÉ-DES ARTS 58
1857

MÉMOIRE

SUR

QUELQUES POINTS ESSENTIELS

RELATIFS A LA

DÉFENSE DES PLACES

PAR

M. THIROUX

Lieutenant-colonel d'artillerie en retraite.

Parmi les considérations qui arrêtent les ingénieurs pratiques dans l'amélioration des fortifications et la création des nouveaux systèmes, l'économie des deniers de l'Etat figure au premier rang. En effet, le nombre de nos places est si considérable que le moindre changement à y introduire devient l'occasion d'une dépense énorme, souvent hors de proportion avec les ressources du pays.

Nous avons signalé, dans un précédent mémoire, les inconvénients que présentait l'uniformité de résistance des revêtements actuels d'escarpe; nous avons indiqué

quelques moyens pour détruire cette uniformité et rendre l'ouverture des brèches moins facile; nous allons compléter ces notions par quelques idées nouvelles.

On sait que le célèbre Vauban a consacré une partie de sa carrière d'ingénieur, à tâcher de faire disparaître l'inconvénient que présentait son premier système, de permettre de battre en brèche le corps de la place par la trouée du fossé de la demi-lune, en même temps qu'on fait brèche à celle-ci.

Le tracé de Cormontaigne, celui de l'école de Mezières, dérivant du premier système de Vauban, présentent le même inconvénient, et cet inconvénient se trouve encore aggravé par la rapidité avec laquelle on fait brèche maintenant. On conçoit que, si l'artillerie de la face du bastion restait intacte, il serait bien difficile de donner l'assaut à la demi-lune, et que les colonnes d'attaque, écharpées par la mitraille, seraient facilement repoussées par l'assiégé.

L'assiégeant a tant d'intérêt à éteindre le feu des pièces qui enfilent le fossé de la demi-lune, que je pense que ce qu'il a de mieux à faire aujourd'hui, c'est de battre en brèche, aussitôt qu'il est parvenu à éteindre le feu de l'assiégé, afin de renverser le parapet du corps de place dans le fossé, avant que l'ennemi, qui attend la nuit pour réparer ses batteries, soit en mesure de riposter.

On sait que le système du général Haxo et celui de M. général Noizet, présentent des masques destinés à former la trouée du fossé de la demi-lune, et à couvrir l'escarpe du bastion, on ne saurait, à mon sens, trouver rien de mieux, et de moins dispendieux, que le dispositif proposé par M. le général Noizet; il y aurait donc lieu de l'adapter à toutes nos places de guerre, mais lorsqu'on vient à considérer le chiffre de la dépense qu'il faudrait faire pour cela, on reconnaît de suite la difficulté d'en généraliser l'emploi.

Il est évident que si l'on reculait le parapet de la face du bastion d'environ 7 à 8 mètres, de manière à ce que ce parapet demeurât intact après la chute de l'escarpe, on aurait au moins la certitude de conserver des feux pour la défense de la brèche de la demi-lune, même après la chute de l'escarpe. De plus, cette espèce de ressaut formerait une énorme traverse qui garantirait très-efficacement du ricochet d'enfilade les pièces des épaules et de l'extrémité adjacente du flanc du bastion.

On pourrait également, dans ce dernier but, reculer le parapet du saillant de la même manière, et cela dans une longueur de 16 mètres, mesure prise sur la crête intérieure. La figure 1re présente un exemple de cette disposition.

Le brisement de la crête intérieure, outre l'avantage qu'il présente de garantir un certain nombre de pièces du

tir à ricochet, procure encore celui de détruire l'uniformité de l'action de la poussée des terres, et partant, de la résistance du revêtement. En combinant ce moyen avec le chaînement des escarpes, et les procédés que nous avons indiqués on pourra peut-être rendre les brèches plus étroites et plus difficiles à franchir. Ainsi, pour le bastion, le reculement du parapet du saillant, assurant sa conservation, doit rendre nécessairement la brèche moins large et d'un accès plus difficile, à moins que l'assiégeant ne se décide à raser ce même parapet avec des obus.

Comme l'ennemi pourrait se proposer de faire brèche à la courtine par la trouée de la tenaille, afin de rendre plus difficile l'exécution du retranchement intérieur, nous avons également fait une retirade à chaque angle rentrant de courtine, disposition qui présente l'avantage d'alonger le flanc et de permettre d'y placer au moins une pièce de plus. Voir la fig. 1.

Le général Haxo propose dans son système, de reculer le parapet en arrière de l'escarpe, afin que ce même parapet reste intact après la chute de celle-ci. C'est comme on voit, un perfectionnement des idées de Carnot. Par cette disposition, il existe un espace libre entre le pied du talus extérieur du parapet et le sommet de l'escarpe; cet espace recouvert d'un mur crénelé, appuyé par des arceaux reposant sur les terres du pa-

rapet, donne un retranchement tout à fait analogue à la fausse braie de Marolais. Ce retranchement permet de tirer sur cheminements et de défendre très-efficacement le fossé, presque jusqu'au pied de l'escarpe. Mais il est à craindre que le feu de l'artillerie assiégeante n'ait bientôt renversé ce mur, et que les éclats de pierre que feront jaillir les boulets, ne rendent le séjour de ce retranchement extrêmement dangereux pour les défenseurs (1).

La continuité du chemin de ronde le rend susceptible d'être enfilé par le ricochet des batteries de l'assiégeant. De plus, lorsque la brèche est ouverte, l'ennemi peut tirer parti de cette espèce de galerie, pour s'étendre à droite et à gauche, et faire diversion sur d'autres points; ce qui ne saurait avoir lieu avec la disposition indiquée dans la fig. 1.

Nous pensons qu'il est préférable de remplacer le mur crénelé par un parapet de 3 mètres d'épaisseur, avec banquette pour la fusillade, et un terre-plein abaissé de 2 mètres au-dessous de la crête du petit parapet; de distance à autre seraient pratiqués de petits abris dans la masse du parapet du corps de place. La fig. 2 montre le profil que nous proposons d'adopter.

(1) On trouve dans d'anciens traités de fortification des fausses braies organisées de cette manière.

L'escarpe est supposée retenue par un système de tirants et d'ancres en fer, allant se fixer à une poutre en fer à double T, noyée dans la masse des terres du rempart, bien au-delà du prisme d'éboulement.

A la vérité, la longueur de la crête intérieure des faces des bastions sera diminuée de plus de 20 mètres par la présence des parapets en retour ; mais après tout, ces parapets n'occuperont pas beaucoup plus d'espace que les traverses qu'on établit, lors de l'armement du front d'attaque, pour garantir l'artillerie du tir à ricochet. Le véritable inconvénient, c'est de diminuer un peu la capacité des bastions ; mais on conçoit que cette diminution est beaucoup moins grande que si on reculait le parapet sur tout le pourtour du tracé.

Lorsque la largeur de la demi-lune, d'un mur à l'autre, sera suffisante, il y aura un grand avantage à briser la crête intérieure du saillant pour soustraire l'artillerie au ricochet des batteries de l'assiégeant.

Les retirades au saillant formeront un petit retranchement dans lequel on pourrait mettre une bouche à feu légère, susceptible de causer beaucoup de dommages à l'ennemi. Pour augmenter un peu la capacité des retirades, nous avons supposé qu'on soutiendrait les terres du talus extérieur du grand parapet, par un petit mur s'élevant à hauteur de l'escarpe de ce même parapet. Fig. 2.

On conçoit que les retours des parapets étant formés de terres bien rassises, couvriraient bien plus efficacement l'artillerie que ne pourraient le faire des traverses nouvellement construites avec des terres fraîchement remuées et des fascinages. Il sera d'ailleurs facile, de couronner cette base très-solide, par des gabionnades fort épaisses, dont l'élévation contrariera beaucoup le feu des batteries à ricochet.

La bouche à feu placée près d'un retour sera parfaitement abritée des coups de flanc. Les affûts de place actuels présentent l'avantage de n'avoir qu'un très-faible recul, ce qui les rend plus faciles à abriter. Toutefois, je crois qu'il serait avantageux d'avoir de petits affûts, moins volumineux, occupant encore moins d'espace, afin de permettre de placer de l'artillerie, dans des endroits où l'on n'est pas dans l'habitude d'en employer.

L'assaut au corps de place étant, pour ainsi dire, la péripétie du drame de l'attaque, les ingénieurs ont accumulé autant d'artillerie qu'ils ont pu sur les flancs des bastions collatéraux au bastion attaqué. Je pense qu'il serait avantageux qu'on pût placer sur la tenaille quatre canons obusiers de 12 cent., ce qui est assez difficile avec les affûts actuels.

On sait que le relief de la tenaille est déterminé par la condition de battre le pied de la brèche faite au bastion. Mais il est à remarquer que les feux des flancs

ne se croisent que sur le pan coupé de la tenaille, et que, quant aux ailes, elles ne doivent être défilées que du feu du flanc voisin. On peut donc les relever, en observant la condition de mettre les batteries des ailes des tenailles et celles des flancs des bastions, dans un rapport tel, que ces batteries puissent faire feu simultanément. Les fig. 1 et 4 montrent des tenailles disposées d'après ces idées. Dans la fig. 4, l'échelle des hauteurs est quadruple de celle des distances horizontales. La partie droite de la tenaille indique une coupe faite suivant x y, fig. 1re.

La fig. 1re, montre l'application de ces diverses modifications, au tracé de Cormontaigne. Les lignes *s t* et *u v* indiquent le feu des deux pièces presque indémontables, placées à la retirade de l'épaule du bastion, qui battent très-bien le couronnement du chemin couvert et les contre-batteries de l'assiégeant.

Le retranchement bas des retirades défend très-efficacement et par un feu très-rasant les fossés et chemins couverts.

Je pense que la défense devrait être plus active qu'elle ne l'est maintenant. On sait que chez les anciens les siéges traînaient beaucoup plus en longueur que de nos jours. Les assiégés élevaient des tours en charpentes sur les tours en maçonnerie, retardaient l'ouverture des brèches par une foule de chicanes, construisaient des

murailles neuves, derrières celles que l'ennemi venait de renverser; sans doute, la nature de nos armes, leur puissance d'effet, la rapidité avec laquelle on fait brèche aujourd'hui dans les revêtements les mieux construits, s'opposent à ce qu'on voie des villes se défendre comme dans l'antiquité.

Parmi les plus belles défense actives, on citera longtemps celle de Sébastopol; mais tout en rendant justice à l'habileté des ingénieurs russes et à la bravoure de leurs soldats, cette défense sera toujours exceptionnelle, eu égard à l'immense quantité de troupes et de matériel de guerre que possédait l'assiégé. Sébastopol était un vaste camp retranché qui séparait deux armées en présence. Chez les anciens, c'eût été un siége troyen; et le succès de nos armes, montre encore une fois, la supériorité des nouveaux moyens d'attaque sur ceux des anciens.

Mais, une place de guerre, abandonnée à elle-même, attaquée par une armée de quatre à dix fois plus nombreuse que sa garnison, se trouve dans des conditions bien différentes. A Sébastopol, des milliers de travailleurs remplacés par des troupes fraîches, quand ils étaient fatigués, élevaient retranchement sur retranchement, marchaient à l'aide d'embuscades à la rencontre de l'assiégeant; tandis que, dans nos places, les détails du service, l'exécution de quelques contre-approches,

et de quelques flèches à la queue des glacis, l'armement du front d'attaque, suffisent pour exténuer la garnison, qui est presque toujours hors d'état de faire un retranchement en arrière des brèches.

Toutefois, il faut l'avouer, les Russes ont toujours su faire un bon usage des retranchements, même sur les champs de bataille (Moskowa) ; et, il est à regretter que nos soldats ne soient pas plus exercés aux travaux de terrassement. Cette lacune dans l'instruction de notre infanterie avait frappé l'empereur Napoléon Ier, car on lit dans les maximes de guerre qu'il a posées : « Il est « cinq choses qu'il ne faut jamais séparer du soldat : « son fusil, ses cartouches, son sac, ses vivres pour au « moins quatre jours, et son outil de pionnier. » Il est permis de croire, d'après ce passage, que si les circonstances ne s'y fussent point opposées, l'infanterie française eût été exercée aux terrassements.

Il n'est peut-être pas de profession qui exige plus d'habitude que celle de terrassier, il suffit d'avoir essayé de travailler à la terre pour reconnaître cette vérité. En quelques heures, l'homme le plus vigoureux, qui ne sait manier ni la bêche ni le louchet, est complétement harassé et hors d'état de rien faire. C'est précisément le cas dans lequel se trouvent beaucoup de nos soldats. On éviterait cet inconvénient en habituant l'infanterie à remuer la terre.

Loin de déprécier la fortification actuelle, les derniers événements en font, suivant moi, ressortir tous les avantages; et, en effet, on ne saurait trop admirer comment une place médiocre comme Valenciennes en 1793, Huningue en 1814, ont pu arrêter longtemps des armées entières, exaltées par la victoire, ou par le sentiment de leur supériorité.

L'invention des batteries flottantes, les expériences qu'il a fallu faire pour réaliser cette belle idée, me paraissent s'appliquer parfaitement à la défense des places. Imaginons, en effet, une sorte de blockauss formé de bandes de fer doux, fixées sur une charpente en bois ou en fer, se montant facilement à la manière des blockauss d'Afrique. Le front d'attaque étant connu, on montera ce blockauss derrière l'emplacement de la brèche au bastion, de telle sorte que quand celui-ci aura été ouvert, l'assiégeant se trouvera avoir à lutter contre un nouvel ouvrage véritablement formidable; et dans le cas où le retranchement en fer ne clorait pas entièrement la brèche, il ne laisserait que des défilés faciles à barricader et à défendre.

Du plus ou du moins de durée de la résistance d'une place, peut dépendre le destin d'un empire. Que Paris, en 1814, eût résisté quelques jours de plus, et Napoléon Ier ressaisissait sa toute-puissance. On conçoit qu'en présence d'une semblable alternative, une dé-

pense bien faite devient une véritable économie. D'ailleurs, pour une grande place comme Paris, la dépense devient assez minime, si on la divise par le nombre des bastions.

S'il est une règle logique bien rebattue, c'est de garder son plus fort argument pour la fin du sujet qu'on a à traiter. Aussi, voyons-nous, dans le système de fortification du général Haxo, une accumulation énorme d'artillerie sur les flancs des bastions et autres ouvrages pour défendre l'accès des brèches et écraser les batteries de l'assiégeant. Cette disposition était, à la fois, le résultat de l'expérience acquise par l'illustre général dans les siéges qu'il avait dirigés en Espagne, et le fruit des méditations du grand ingénieur.

Dans le système de Montalembert, dit polygonal, adopté par nos voisins d'outre-Rhin, nous voyons une caponnière casematée en maçonnerie, à plusieurs étages de feux, destinée à défendre le passage du fossé et les brèches au corps de place ; mais, il faut le dire, une fois cet ouvrage important réduit au silence, les colonnes d'attaque peuvent donner l'assaut avec moins de danger que dans le système bastionné, les fossés n'étant nullement flanqués par le corps de place.

Le général Haxo en adoptant la caponnière casematée du système Montalembert, l'a placée en arrière de la demi-lune et de son réduit, ce qui ajoute beaucoup à sa

valeur, et cela tout en conservant les avantages du système bastionné. On voit par cet exposé que si la caponnière casematée est le nœud de la fortification polygonale, cette caponnière peut être ainsi très-avantageuse dans le système bastionné.

Quel que soit le système de fortification adopté, il est évident qu'une caponnière, en fer forgé, donnant des feux sur la brèche serait infiniment utile pour une bonne défense, et de beaucoup supérieure aux caponnières en maçonnerie, qui résistent mal aux efforts de l'artillerie ennemie Aussi, est-il évident pour moi, que les caponnières en fer forgé sont le complément indispensable de la fortification polygonale.

Indépendamment des grands ouvrages dont nous venons de parler, de petits ouvrages comme tours, flèches, tambours, masques, seront extrêmement utiles comme réduits, ils pourront être placés partout où ils seront jugés nécessaires, voire même sur les épaulements, et ajouteront beaucoup à l'énergie de la défense, par leur résistance et par l'à propos de leur emploi.

C'est ainsi qu'une belle découverte devient susceptible d'une multitude d'applications utiles, auxquelles on n'avait pas songé d'abord, et qui n'en sont pourtant que les corollaires.

On conçoit qu'un petit nombre des objets dont nous venons de parler, tenus en magasin, dans une position

centrale, pour être mis en place à l'instant du besoin, suffirait aux exigences du service; puisque, après tout, il ne faudrait avoir que ce qui serait nécessaire pour la défense du front d'attaque. Il y a plus, c'est qu'on pourrait, à l'aide de nos chemins de fer, diriger sur tel ou tel point de nos frontières, menacées par l'ennemi; les caponnières, blockauss, tours, tambours... jugés nécessaires, pour donner à la défense toute l'énergie dont elle est susceptible.

On objectera, sans doute, le haut prix des constructions en fer, mais si l'on considère que le nombre des objets à construire, sera peut-être cent fois moins considérable que celui des ouvrages permanents qu'il faudrait édifier, qu'ils n'exigent presque aucun entretien, on verra qu'il y aurait une véritable économie à en adopter l'usage. Joignez à cela la difficulté, l'impossibilité même d'effectuer assez rapidement les travaux, dans le délai nécessaire pour être en mesure de résister à l'ennemi. Aussi, quelle que soit la puissance d'un Etat, il est impossible de transformer de suite une bicoque en une place d'une certaine valeur, et, dans ce cas, les ouvrages dont on vient de parler peuvent, jusqu'à un certain point, suppléer à l'insuffisance de la fortification.

En supposant qu'un blockauss destiné à défendre une brèche coûte 800,000 fr. pour une place de 100 bastions, c'est une dépense de 8,000 fr. par bastion. Or.

tout le monde sait qu'on ne peut faire que bien peu de chose avec cette somme, lorsqu'il s'agit de fortification permanente.

La construction des batteries flottantes fournit les moyens d'établir tel ou tel ouvrage, dont les dimensions et le tracé seraient donnés, avec cette condition, pourtant, que ces ouvrages puissent se démonter et se remonter facilement dans toute espèce d'emplacement. A ce point de vue, je considère le problème comme étant résolu. Toutefois, je pense qu'on pourrait peut-être donner aux éléments des constructions en fer des dimensions assez faibles pour que ces éléments puissent facilement être transportés à bras d'homme, dans tous les lieux où on peut être appelé à s'en servir. D'après cette considération, je crois pouvoir limiter le poids de ces éléments à 80 kilog.

Je pense que l'emploi général d'une barre de fer de 2 m. 20 de longueur, 20 mil. d'épaisseur et 0 m. 20 de largeur, pourrait suffire aux différents besoins du service. Ces barres seraient placées à plat sur leur châssis pour résister aux feux de mousqueterie, et de champ pour résister à ceux de l'artillerie.

Les chassis seraient en fer, combinés de telle sorte que leurs dimensions permissent de les assembler de différentes manières, suivant les exigences du moment.

Ainsi constitués, ces ouvrages pourraient servir à éta-

blir des corps-de-garde défensifs, inexpugnables, contre les feux de mousqueterie; des magasins et des abris; et cela, en temps de paix comme en temps de guerre. De plus, avec les dimensions que nous avons adoptées, le fer conserve en grande partie sa valeur; il est possible de le remettre en œuvre lorsqu'il a été détérioré par le feu de l'ennemi, tandis que pour les maçonneries, souvent les matériaux n'équivalent pas aux frais de démolition et à l'enlèvement des décombres.

La disposition la plus avantageuse à donner aux éléments des constructions dont nous proposons l'emploi, ne peut être que le résultat du tâtonnement et de l'expérience. Dans tous les cas, les conditions à remplir sont celles de la solidité et de la mobilité, de manière qu'il soit toujours possible de les mettre en place dans le délai voulu, délai qui se trouve fixé par les progrès des attaques. (*Mémoires de Cormontaigne*).

La France devant posséder dans son armement maritime, un certain nombre de batteries flottantes, il serait peut-être possible d'utiliser la cuirasse de ces batteries, pour la construction d'ouvrages du genre de ceux dont nous venons de parler. C'est une question qui nous paraît assez importantes pour fixer les méditations des ingénieurs.

Sans avoir la prétention de donner rien de bien précis à cet égard, supposons, pour fixer les idées, qu'il

s'agisse de construire un masque d'épreuve de 5 m. de longueur et de 2 m. 3 de hauteur présentant une embrasure pour le tir du canon. (Fig. 5.)

L'épaisseur de ce masque, dont nous supposons la charpente en bois, serait de 0 m. 70, savoir : 0 m. 50 pour le bois et 0 m. 20 pour le revêtement en fer. Ainsi dimensionné, nous pensons que cet appareil sera en état de résister aux pièces d'artillerie du plus fort calibre.

Le masque serait monté sur une plate-forme en charpente très-solide, composé de trois cours de sablières, réunies par des entretoises, espacées de 1 m. 20.

Sur les sablières inférieures et médianes s'élèveraient des montants verticaux, dans le sens perpendiculaire à la direction du masque, et inclinés de 1/16 en arrière; ces montants, espacés de 1 m. 20, auraient 25 cent. sur 25 de grosseur et seraient couronnés par une sablière haute, dont le sommet serait à 1 m. 20 au-dessus du sol, c'est à-dire à 10^{m} au-dessous du couronnement du masque.

Le dessus des sablières serait au niveau du sol, les intervalles entre les montants seraient garnis de remplissages de 12 cent et de 25 de largeur.

Les bandes seraient percées chacune de 11 trous fraisés de 33 mil. de diamètre, espacés de 20 en 20 cent., et à 10 cent. des extrémités. Les boulons, à tête et à écrous fraisés, auraient 24 cent. de longueur et 3 cent. de grosseur; on les placerait évidemment le tête en des-

sous, et leur écrou se mettrait en place à l'aide d'une clef.

La sablière inférieure de devant, porterait 20 boulons fixes, dont 10 saillants de 36 cent. et 10 de 24 seulement; les bandes seraient placées de telle sorte que deux joints ne se trouvassent jamais au-dessus l'un de l'autre, et qu'il ne se trouvât pas plus d'un intervalle de trou, qui fût sans liaison avec la bande sous-jacente.

On aurait un assortiment de petites bandes renfermant 5, 4, 3, 2, et même 1 trou seulement, de telle sorte que leur longueur fût toujours un multiple de 20 cent. Ces portions de bandes sont indispensables pour ménager les créneaux et embrasures et limiter la longueur des revêtements suivant l'emplacement. Du reste, les bandes présenteraient, quant à leur longueur et percement, le jeu nécessaire pour que nonobstant les tassements et les mouvements de la charpente, on ne fût jamais arrêté dans leur placement.

Pour fixer le revêtement en fer à la charpente, on ménagerait, au milieu de l'intervalle entre les montants et entre les poteaux de remplissage, un vide de 22 m. de largeur, dont le milieu répondrait exactement à l'emplacement d'un boulon; on placerait à chaque 12e rang de bandes, par exemple, une patte à tête de 20 cent. de large et de 20 mil. d'épaisseur, percée d'un trou pour recevoir le boulon correspondant, et présentant à l'exté-

rieur une tête en pointe de diamant recouvrant les bandes supérieures, inférieures et latérales. Cette patte, coudée, embrasserait la pièce correspondante du 2e revêtement en charpente.

Ce 2e revêtement serait composé de solives horizontales de 0 m. 25 de grosseur; ces pièces, boulonnées sur les montants, seraient placées successivement, à mesure qu'on poserait les bandes de fer. Avant de mettre une patte on placerait des étrésillons entre les poteaux et remplissages pour les faire joindre ensemble, et contre les montants ; à l'aide de coins en fer, chassés à coups de masse, on ferait serrer la patte contre la pièce sur laquelle elle doit appuyer.

Les pattes seraient disposées sur cinq rangs, se correspondant verticalement; dans les rangs formés de deux bandes il y aurait trois pattes, une au milieu et une à chaque extrémité; dans ceux formés de trois bandes, il n'y aurait que deux pattes.

Les embrasures auraient extérieurement 0 m. 60 de largeur et 0 m. 60 de hauteur; nous supposerons la genouillère de 1 m. de hauteur, pour le placement d'une bouche à feu de campagne, montée sur un petit remblai.

Cette ouverture s'obtiendrait au moyen d'un bâtis en charpente, formant cadre, assemblé avec les montants; les pièces horizontales du 2e revêtement en bois seraient boulonnées sur ce cadre.

Le revêtement des joues serait formé de bandes de 20 cent. de largeur et de 2 cent. d'épaisseur, c'est-à-dire de même épaisseur que celles du parement, elles auraient 50 et 70 cent. de longueur; elles seraient placées de manière à présenter alternativement leur tête sur le parement extérieur, et à avoir cette même tête recouverte par la bande du même parement, disposition analogue à l'enchevêtrement des saucissons, aux angles des batteries dont les côtés sont revêtus.

De douze en douze bandes, on emploierait, au lieu d'une bande de 50 cent., une bande de 0 m. 70 ou de 0 m. 90, dont l'extrémité serait retenue par une bride.

Le masque serait soutenu et consolidé par deux montants et deux arcs-boutants en bois de 0 m. 25 d'équarrissage. La fig. 5 présente la vue de face et la coupe du masque en question.

On tirerait à outrance avec un canon de 24 contre le masque d'épreuve, afin de reconnaître s'il présente le degré de résistance nécessaire.

Nous pensons que le fer résistant ainsi de champ, présentera moins de chances de rupture que de toute autre manière. Dans le cas où l'on n'obtiendrait pas le résultat qu'on attend, il faudrait essayer d'employer des bandes de 4 cent. d'épaisseur et de 1^{m} 20 de longueur.

On sait que le fer est d'autant plus nerveux et résistant qu'il est en barres plus minces, c'est pour ce motif que nous avons fixé l'épaisseur de nos bandes élémentaires à 2 cent.; cette épaisseur fournit un revêtement parfaitement à l'épreuve des armes à feu portatives tirées à bout portant (1).

Nous ne pousserons pas plus loin les détails relatifs à la construction des ouvrages en fer forgé.

Nous terminerons ce que nous avons à dire sur la défense des places, par l'exposé d'une idée nouvelle, qui nous a été suggérée par les peines et fatigues que nos troupes ont éprouvées, à creuser des tranchées devant Sébastopol, dans un terrain pierreux et quelquefois dans le roc.

Les dangers que court l'assiégeant, lorsqu'il chemine sur les glacis, pour couronner le chemin couvert et y établir ses diverses batteries, avaient fait penser à beaucoup d'ingénieurs qu'il serait avantageux pour la défense de créer dans les glacis des obstacles susceptibles de retarder la marche des travaux. Carnot avait proposé de planter les glacis en bois de taillis, qu'on couperait à l'instant où la place serait menacée d'être assiégée. On

(1) Il existe peut-être encore à l'école militaire de Saint Cyr, une cible en fer, d'à peu près cette épaisseur, et qui a résisté pendant plus de vingt ans aux effets du tir et était encore à l'épreuve quand on a cessé d'en faire usage.

conçoit que la présence des souches et des racines dans les glacis, rendrait le creusement des tranchées extrêmement pénible et difficile. Les bois obtenus par cette coupe seraient très-utiles pour la défense, car il arrive souvent qu'on manque de bois dans une place assiégée. Enfin, en temps de paix, ces plantations seraient un objet d'agrément et d'utilité. Du reste, l'idée de planter les glacis est fort ancienne; mais je ne sache pas qu'on en ait jamais fait l'application, du moins en grand.

Non-seulement il y aurait lieu de planter les glacis, mais encore tous les terre-pleins où l'ennemi peut cheminer, le fond des fossés, etc... La plantation en taillis des glacis et fossés de Paris serait un objet d'agrément et d'assainissement pour les habitants, et un riche produit pour l'État.

On se plaint généralement en France de la cherté du bois, ce qui tient à ce que les besoins de la culture obligent à défricher des bois et des taillis. Si l'on adoptait le principe de planter les glacis et fossés de toutes nos places de guerre, on aurait une source assez abondante de production, et l'État y trouverait un profit considérable.

Tant qu'il existe de la terre végétale, il est impossible d'arrêter les cheminements de l'assiégeant; vainement emploiera-t-on contre lui les ressources de l'artillerie la plus parfaite et la plus puissante, on pourra bien lui faire éprouver des retards, mais on ne l'arrêtera pas, parce

que l'artillerie, si multipliée qu'elle soit, ne pourra jamais détruire les ouvrages d'attaque, aussi rapidement que l'ennemi les construira. Mais si l'assiégeant était obligé de cheminer sur le roc et d'y apporter la terre, de donner à ses ouvrages le relief et la solidité nécessaires pour abriter ses troupes, il pourrait arriver que la difficulté et la lenteur de l'opération approchassent d'être en équilibre avec les moyens de destruction que possède l'assiégé; alors le siége traînerait beaucoup en longueur, et c'est, comme on sait, le but que doit se proposer l'assiégé.

Il est évident que si les glacis des chemins couverts étaient garnis d'une couche de maçonnerie en béton de 1m d'épaisseur, recouverts d'environ 16 cent. d'épaisseur de terre végétale, les cheminements devenant impossibles sur ces glacis, la résistance de la place serait extrêmement accrue; je serais même porté à croire que cette simple addition de maçonnerie donnerait à une place fortifiée, d'après le 1er système de Vauban ou de Cormontaigne, une valeur très-supérieure à celle d'une place à tours bastionnées du 3e système de notre célèbre ingénieur, et coûterait moins cher; car on sait que le béton, employé en grandes masses, comme celles dont il s'agit ici, peut s'établir, à bien meilleur marché que la maçonnerie pour murs en élévation, surtout aujourd'hui que la main-d'œuvre est si coûteuse.

Sans doute il serait impossible au prix où est la maçonnerie maintenant, d'appliquer cette idée à une très-grande échelle; mais heureusement que, dans plusieurs de nos places importantes, un certain nombre de fronts sont inattaquables; ainsi, à Metz, par exemple, le nombre des points d'attaque est si petit que, cette opération y serait véritablement praticable, et alors la cuirasse de ce beau boulevard de la France n'aurait plus un seul point qui fût vulnérable.

Si la dépense était trop considérable, on pourrait se borner à ne faire le massif qu'aux saillants des ouvrages et particulièrement aux saillants des bastions. La figure 1re présente en A B C D E F a b c d e cette disposition.

Le glacis en maçonnerie, G H I K, fig. 1re placé au saillant de la demi-lune, dans une longueur suffisante pour couvrir la trouée du fossé de la demi-lune, fait disparaître en partie les inconvénients de cette trouée. Au saillant du bastion, il rend extrêmement difficile l'établissement de la contre-batterie, en sorte que l'extinction des feux des flancs des bastions collatéraux au bastion d'attaque, sera tellement retardée, que l'assiégé pourra utiliser ce délai, pour se créer de nouveaux moyens de résistance.

Dans les deux cas, les cheminements, le couronnement du chemin couvert, l'établissement des batteries,

deviendront très-pénibles et périlleux, et l'assiégé pourra profiter de la position précaire de l'assiégeant, pour multiplier contre lui les coups de main et les sorties.

Sans avoir recours à des moyens aussi dispendieux, on pourra dans les places de moindre importance établir des massifs de décombres sur les points que nous venons d'indiquer, en liant ces décombres par le mortier le plus économique et le mieux approprié à leur nature, plaçant, çà et là, quelques parties de bonnes maçonnerie, et de gros blocs de pierres, pour donner de la consistance au tout.

En combinant l'emploi des plantations et des massifs de maçonnerie, on arriverait à un chiffre de dépense admissible. Les massifs de maçonnerie étant placés aux angles saillants, formeraient des éclaircies agréables et utiles.

Nous terminerons cet opuscule, qui semblera peut-être un peu trop long à quelques-uns de nos lecteurs, par plusieurs détails sur l'exécution et sur l'emploi des feux dans la défense.

Malgré tout le mérite des affûts de place actuels, j'ai souvent pensé qu'un affût qui n'exigerait aucun travail préparatoire pour sa mise en batterie, qui serait assez mobile pour permettre de tirer presque instantanément sur un point donné de la fortification, sans être obligé d'en altérer les formes intérieures, pourrait être fort utile

dans une foule d'occasions, aussi bien au commencement qu'à la fin d'un siége.

Cet affût, consisterait en un affût de place, monté sur un châssis de formes analogues aux formes actuelles, mais plus légères et appropriées au canon-obusier de 12 et à la pièce de 12 de réserve. La partie postérieure du châssis porterait un essieu en fer garni de deux roues de campagne; la partie antérieure de ce même châssis serait garnie d'une lunette qui permettrait de l'adapter à un avant-train de campagne. L'essieu du châssis serait placé assez haut pour que le système de la pièce et de son affût ne fut pas trop versant. Ainsi montée et approvisionnée, la pièce, étant bien attelée, marcherait à peu près aussi lestement qu'une bouche à feu de campagne, surtout eu égard au peu d'étendue des distances à parcourir. La hauteur de la crête intérieure au-dessus de la banquette étant de 1 m. 30, la hauteur de l'axe de la pièce, tirant à barbette, ne saurait être moindre que 1 m. 55.

En réduisant le centrelisoir à n'être qu'un simple plateau ferré, posé sur la banquette, la cheville ouvrière à une simple fiche en fer enfoncée dans le sol, on trouve 1 m. 15 pour l'élévation de l'axe de la pièce au-dessus du châssis; avec ces dimensions, il est possible de faire un affût de place de force un peu moindre que celle de

l'affût de 12, et approprié aux pièces légères dont on vient de parler.

L'affût serait monté sur deux rouleaux, se mouvant sur les semelles du châssis; mais il pourrait, au besoin, recevoir un essieu et deux roues de campagne, sa partie postérieure présenterait une lunette qui permettrait de le joindre à un avant-train de campagne.

Lorsque l'affût serait en batterie, le devant du châssis s'appuyerait sur la banquette et le derrière reposerait sur un chevalet à chapeau mobile, de telle sorte que les roues de derrière ne poseraient plus à terre. Le dessus du chevalet présenterait une bande de frottement en fer, sur laquelle glisseraient deux galets en cuivre placés sous les semelles. Il n'est pas absolument nécessaire que le devant du châssis arrive au pied de l'épaulement; mais il faut que la cheville ouvrière arrive, tout au plus, au milieu de la largeur de la banquette.

La largeur de la banquette et de son talus étant de 3 m. 80, la longueur totale du châssis sera de 4 m. 80, les semelles et la directrice arriveraient sur l'entretoise de derrière par la nécessité de faire reposer les trois pièces sur le chevalet.

La hauteur de l'axe de la pièce étant de 1 m. 80 au-dessus du sol, le système deviendrait très-versant dans les transports; pour obvier à cet inconvénient, le chevalet serait couché sur le châssis, et la pièce serait renver-

sée dessus, de telle sorte que son centre de gravité ne s'élevât pas au-delà de 1 m. 50 au-dessus du sol.

Pour relever la pièce, il suffirait de passer un levier en travers sous la volée et d'y appliquer quatre hommes. On conçoit qu'il est nécessaire que l'affût, dont il s'agit, présente des susbandes pour y retenir la bouche à feu.

La pièce étant repoussée sur le train de derrière, on ôtera l'avant-train, on placera le devant du châssis sur le contrelisoir, on mettra la cheville ouvrière, on fera remonter la pièce en batterie; cela étant fait, quatre hommes, à l'aide d'une chevrette et de son levier d'abattage, mettront en place le chevalet, en montant successivement le chapeau à la hauteur qu'il doit avoir.

Dans d'autres occasions, il serait à désirer qu'on eût des affûts qui n'exigeassent que très-peu d'emplacement et qui échappassent aux coups de l'ennemi par leurs faibles dimensions. Les affûts de mortiers me paraissent dans ce cas; un affût composé de deux flasques en fonte, boulonnés sur une flèche en bois, et montés sur un rouleau également en bois, me paraît devoir être d'un bon service.

Comme cet affût n'aurait qu'une très-faible hauteur, il faudrait le placer sur un petit remblai en terre, formant traverse. Pour les changements de position, on adapterait à cet affût un essieu postiche garni de deux roues, et on l'accrocherait à un avant-train de campagne.

Au besoin, ce petit affût se monterait sur un châssis dont la queue serait soutenue par une charette, et dont la partie antérieure reposerait sur un petit châssis, placé sur la banquette.

Je n'aurais pas parlé de ces affûts, si feu M. le colonel du génie Emy, dont le savoir et la capacité sont bien connus, ne les avait pas approuvés, comme pouvant rendre de grands services dans la défense.

Une des causes qui nuisent le plus à la justesse du tir, dans la défense des places, c'est l'angle de mire des bouches à feu.

Le but en blanc des canons de 24, 16 et 12, tirant à la charge du tiers du poids du boulet, variant entre 700 et 600 m., on conçoit que quand il s'agit de tirer sur des contre-batteries, dont l'éloignement est compris entre 150 et 350 m., on doit viser beaucoup au-dessous du point qu'on veut atteindre, ce qui exige un pointage lent et minutieux, si l'on veut remplir le but qu'on se propose, qui est incontestablement de démonter les pièces de l'ennemi. Une bouche à feu qui n'aurait pas d'angle de mire, serait d'un service bien plus sûr et bien plus facile.

Pour arriver à supprimer, du moins momentanément, l'angle de mire des canons et obusiers, il suffirait de percer sur le corps de la pièce, un trou de 9 mil. de diamètre et de tarauder et de fraiser ce trou

pour recevoir un bouton de mire en bronze, terminé par un petit mamelon en acier formant guidon. Le bouton de mire aurait son point culminant tangent à la parallèle à l'axe menée par le cran de mire de culasse. La fig. 6 représente le bouton de mire pour les canons de 24, 16 et 12 en bronze.

Ce bouton serait le même pour les trois canons, mais sa position varierait suivant l'espèce des bouches à feu. Cette position serait donnée à l'aide d'un gabarit, il en serait de même de la saillie du bouton sur le nu de la pièce. Pour le canon de 24, ce guidon serait sur le 2e renfort, et à la partie antérieure de ce renfort, c'est-à-dire près de la naissance de la volée.

Le bouton de mire présenterait un six pans, qui servirait à l'ôter ou à le mettre en place, à l'aide d'un tourne-à-gauche. Dans le cas où l'on viendrait à le supprimer, on pourrait fermer son logement, à l'aide d'une vis en bronze.

Le bouton de mire déterminant la parallèle à l'axe du canon sera fait utile pour le tir à ricochet mou, et donnera beaucoup de facilité pour placer l'axe de la pièce dans le plan du but.

Le tir à mitraille des canons de gros calibre à des distances de 200 à 300 m. est tout à fait illusoire, attendu que les balles sont rassemblées dans un trop petit espace pour produire l'effet qu'on serait en droit d'at-

tendre d'une aussi grande masse de fer. On sait que Gribeauval avait prescrit l'emploi du tir à petites balles pour les distances rapprochées; et, en effet, toutes les expériences faites, soit en France, soit à l'étranger, ont démontré que le tir des petites balles était de beaucoup supérieur à celui des grosses balles pour des distances de 200 à 350 m., pour des poids égaux de projectiles lancés. C'est du reste un fait vulgaire, parfaitement connu des chasseurs, que le plomb écarte d'autant plus, pour une distance donnée, que les grains en sont plus petits.

En campagne, où les distances sont variables, et où tant de causes peuvent tromper dans leur évaluation, tout doit être calculé d'après un effet moyen maximum; puis on ne saurait trop simplifier et uniformer les approvisionnements de campagne; mais dans les places de guerre, où les distances du tir sont déterminées, on devrait avoir un approvisionnement de boîtes à balles destinées à la défense des brèches. La balle de fonte de 30 gr. me paraît très-convenable pour cette destination; un canon de 24 lancerait 450 balles à chaque coup, le canon-obusier de 12 en lancerait 200. On conçoit que sous un pareil déluge de feux, les colonnes d'attaque seraient mises dans le plus grand désordre, et peut-être contraintes à la fuite, tandis que les balles actuelles ne produisent qu'un effet peu supérieur à celui du boulet,

surtout pour la brèche de la demi-lune, qui est souvent à moins de 150 m. de distance du bastion.

Généralement, on arme les flancs des bastions collatéraux au bastion d'attaque de 4 à 6 canons de 24 ou de 16 ; je pense qu'il serait préférable d'y employer six canons-obusiers de 19 cent. formés de canons de 24 alézés au calibre de 188 mil. et lançant des obus de 18,6 de diamètre du poids de 16 kil.

Cette bouche à feu, pesant ainsi 150 fois le poids du projectile, serait susceptible des plus grands effets ; son tir sera presque aussi exact que celui du canon à cause du grand rapprochement du but (300 m. dans le système de Cormontaigne), de plus, les obus s'enfonçant profondément dans les terres fraîchement remuées des batteries, en bouleyerseront bientôt le coffre, les rendront intenables et les réduiront au silence. C'est du reste une expérience facile à faire dans les écoles, que de constater la supériorité du canon-obusier de 19 cent., sur le canon de 24 pour la défense des places.

On sait qu'à mesure que les distances diminuent, la supériorité du calibre devient de moins en moins apparente. A 350 ou 400 m. un canon-obusier de 12 cent. lance des obus avec une extrême précision, c'est un fait hors de doute pour tous ceux qui ont suivi le tir des nouvelles batteries.

Un des inconvénients du tir de toutes les batteries

de place, c'est la lenteur de leur service, qui ne saurait être accéléré suffisamment dans les moments de presse, soit pour repousser les colonnes d'attaque, soit pour profiter des occasions de nuire à l'ennemi ; il est évident pour moi, que six canons-obusiers de 12, exécutant un tir de bataille, à obus ou à mitraille, à raison de deux coups par minute, serait d'un effet infiniment supérieur à l'armement actuel, pour repousser les assauts et arrêter les entreprises de l'ennemi.

Le choix d'un calibre unique d'artillerie de campagne est une question très-difficile et délicate, qui exige une très-grande sagacité. Je crois que le problème a été parfaitement résolu dans ces derniers temps, et qu'il serait fâcheux que, sous prétexte d'alléger l'artillerie, et d'adopter l'usage des projectiles allongés, on en vînt un jour, à abandonner cet excellent calibre, pour adopter celui de 8 cent., comme sembleraient le désirer quelques officiers d'artillerie, dont j'estime d'ailleurs le caractère et le talent.

Quoi qu'on fasse, la forme ronde jouira toujours de grands avantages pour les projectiles, soit pour le ricochet, soit pour l'effet explosif et incendiaire, soit pour la dispersion régulière des éclats du mobile ; pour briser et faire voler en éclats le but sur lequel on tire. Les projectiles allongés traverseront souvent le but sans le

briser, ils s'enterreront à leur point de chute, et y éclateront inutilement.

La puissance meurtrière des éclats des grenades est limitée dans un cercle de 10 à 12 m. de rayon, ce qui tient non-seulement à la faiblesse de la charge, mais encore au peu d'épaisseur des parois. Je pense qu'un obus de bataille, rond ou alongé, ne doit pas présenter une épaisseur de parois moindre que 18 mil. De là résulte que la chambre d'un projectile de 8 cent. est trop étroite pour que celui-ci soit d'un bon service, et que de plus, la charge ne s'y conservera pas bien.

En définitive, je pense qu'un obus de 12 cent., rond à ailettes, du poids de 4 kil. lancé par le canon-obusier actuel rayé, est préférable à l'obus allongé de 8 cent. de même poids, lancé par une bouche à feu rayée nouvelle.

En adoptant le calibre unique de 12 cent., l'auguste créateur du nouveau système d'artillerie n'a renoncé aux effets supérieurs qu'on obtenait jadis, dans des circonstances données, avec les obus de 15 et de 16 cent., que parce que cet avantage était inconciliable avec le grand principe, qu'il avait si heureusement posé ; mais je suis porté à croire qu'il se réservait d'employer par la suite dans les bouches à feu, des projectiles allongés de 7 à 12 kil., témoin quelques essais inédits faits à Vincennes, il y a déjà assez longtemps, sur des boulets allongés de 12, du poids de 12 kil.

S'il m'était permis d'exprimer mon opinion dans cette grave question, je pense qu'on en viendra à rayer les bouches à feu de campagne actuelles, et que leurs projectiles consisteront en obus et boulets ronds à ailettes, en obus allongés du poids de 6 à 7 kil. pour le canon-obusier, et de 7 à 12 kil. pour le canon de réserve.

Quant au besoin d'une artillerie très-légère, très-mobile et économique, je ne saurais le nier, mais un canon rayé de 8 cent. me paraît beaucoup trop pesant. La solution de ce problème se trouve dans l'histoire même de l'artillerie. Des pièces légères à chevalet avaient été inventées autrefois, à cause du défaut de mobilité de l'artillerie, et sans doute de la longue portée des armes à feu portatives. Aujourd'hui elles me paraissent nécessaires, et pour ce dernier motif, et par suite du perfectionnement de la tactique, et de l'extension donnée au théâtre des opérations militaires. Un boulet allongé du poids de 500 à 800 grammes, lancé avec une vitesse de 500 m. par seconde, peut avoir assez de portée et de justesse pour tenir à distance les tirailleurs les plus habiles et les mieux armés. Ce projectile peut d'ailleurs être rendu explosif et incendiaire.

On voit, fig. 1 et 2, planche 5, du passé et de l'avenir de l'artillerie, une sorte de retranchement formé avec des voitures de transport, et armé de pièces légères; peut-être que cette idée perfectionnée pourrait

conduire à d'excellents résultats. C'est ainsi que l'esprit humain, mu par les mêmes besoins, revient aux mêmes idées, perfectionnées par les connaissances dues à une civilisation plus avancée. Cette espèce d'artillerie, qu'on pourrait appeler d'avant-garde, combattrait isolément ou servirait à couvrir l'artillerie de ligne, suivant les exigences du moment. Les voitures lui serviraient de rempart contre les attaques de la cavalerie.

Après cette digression sur les avantages que présente le calibre de 12 cent., nous observerons qu'il sera possible de préparer l'emplacement d'une ou de plusieurs de ces bouches à feu sur tous les points d'où elles pourraient avoir vue sur les attaques, et en particulier sur tous les points à défendre, de telle sorte que ces bouches à feu, tenues en réserve, puissent paraître inopinément à l'instant du besoin, et ouvrir de suite un feu très-violent sur l'ennemi, puis se retirer quand le but qu'on se propose aura été atteint, pour reparaître de nouveau à l'instant du besoin.

La hauteur de la crête intérieure du parapet étant de 1 m. 30, celle de genouillère étant de 0,80 pour le canon-obusier de 12, il faudrait une embrasure de 0,50 de profondeur, puis on pratiquera une rigole de chaque côté de l'affût, de manière que les servants placés dans cette petite excavation pourront servir leurs pièces à peu près à l'abri; par ce moyen la crête intérieure du para-

pet pourra être occupée par les tireurs de l'infanterie, ayant soin de fermer la petite embrasure par des sacs à terre ou des masques postiches, et cela jusqu'au moment où l'on jugera à propos d'y mettre l'artillerie.

Vauban estime que la perte d'un homme pour l'assiégé équivaut à celle de six ou sept pour l'assiégeant. Aussi doit-on tâcher d'abriter les troupes par tous les moyens possibles, afin de les conserver pour l'instant décisif.

C'est d'après ces idées, qu'on a essayé jadis des affûts de place à roues excentriques, qui par leur recul s'abaissaient en retombant sur leur plus petit diamètre et permettaient aux servants de charger sans se découvrir ; mais ces affûts étaient si difficiles à remettre en batterie qu'on a dû y renoncer. D'autres inventions bien plus compliquées ont été également rejetées. M. le général du génie Chasseloup, auteur d'un système de fortification, et qui avait fait la guerre très-activement sous Napoléon Ier, a trouvé cette question assez importante pour s'en occuper.

L'économie des munitions obligeant à ne tirer que très-lentement, dans les circonstances ordinaires du siége, il arrive très-souvent que les mêmes canonniers sont chargés du service de deux pièces. Cette disposition, très-convenable pour le service habituel, devient vicieuse et fait manquer l'occasion de nuire à l'ennemi s'il vient

à se découvrir. C'est pour obvier à cet inconvénient que j'ai pensé qu'on pourrait peut-être combiner les pièces, qui ne sont pas trop lourdes, deux à deux, de telle sorte que le recul de l'une fît remonter l'autre en batterie. Comme divers accidents peuvent détruire la liaison des deux pièces jumelles, chaque pièce serait pourvue d'un palan qui permettrait à un ou deux hommes de la mettre en batterie ou de l'en faire sortir, et une brague pour en modérer le recul.

Les plates-formes n'auraient guère que la longueur nécessaire pour la mise en batterie des pièces. Dans chaque couple, l'une des pièces serait toujours sur le rempart et l'autre en batterie. Lorsque la pièce en batterie aurait fait feu, elle descendrait, à l'aide d'une rampe assez douce, sur le terre-plein du rempart, et par l'effet de son poids et par la force du recul, remontant sa jumelle en batterie, à l'aide d'un câble passant sur deux poulies fixées dans la masse de l'épaulement et attaché à la flèche de chaque affût. De cette manière les pièces pourraient être chargées à l'abri, le tir pourrait être assez rapide et les chances de pertes et de destruction seraient moins grandes. Ce serait peut-être une chose à essayer. La fig. 3 représente cette disposition.

Les feux courbes préconisés par Vauban et surtout par Carnot, jouent un grand rôle dans la défense. On sait cependant que les bombes s'enterrent dans

le sol, où souvent la majeure partie de leurs éclats reste enfouie. On voit de suite que la forme allongée, en augmentant la force de pénétration du projectile, nuirait à son effet explosif; ce n'est donc que dans quelques cas particuliers, comme quand on tire sur des magasins à poudre et sur des abris blindés que les bombes allongées seraient d'un bon service. Quant aux obus de 15 cent., de 12 cent. et aux grenades, ils s'enterrent fort peu dans le sol, et leurs éclats sont assez rasants : c'est en quelque sorte le tir à mitraille des projectiles creux. Si ces projectiles étaient de forme allongée, ils s'enfonceraient profondément dans le sol et perdraient tous leurs avantages.

Deux obus de 12 cent., pesant à peu près le même poids qu'un obus de 15 cent. et produisant plus d'éclats, je pense que l'obus rond à ailettes lancé par un mortier rayé de 12 cent. serait d'un excellent service dans la défense, et doit y être employé à profusion, soit pour les feux horizontaux, soit pour les feux verticaux.

Jusqu'à présent les feux de mousqueterie n'ont joué qu'un faible rôle dans la défense des fortifications, à ce point, qu'on a dû admettre que le fantassin n'a tout juste que le degré d'intelligence nécessaire pour tirer droit devant lui. Aussi, maintenant, comme autrefois, tous les tracés sont-ils basés sur l'hypothèse des feux dirigés perpendiculairement à la magistrale des ouvrages.

Il est vrai que trop souvent le soldat, dans la confusion du combat, tire devant lui sans viser, ce qui est un inconvénient fort grave qui tient à sa mauvaise instruction. On oublie trop souvent que le fusil est une arme de jet, qui exige un pointage soigné. Ainsi les premiers temps de l'instruction gâtent souvent le soldat pour toujours, par l'habitude machinale qu'il prend de tirer sans viser. Je pense qu'on devrait, dès le début des feux, prendre un fanion pour but et exiger que jamais l'homme ne mît en joue sans pointer.

On sait que l'artillerie de campagne a pour principe de concentrer ses feux sur un même point de la ligne, afin d'y faire une brèche dont la vue démoralise l'ennemi; le principe de la convergence des feux, si utile pour l'artillerie, l'est peut-être encore davantage pour l'infanterie, dont les armes ont moins de précision dans leur tir; c'est pourquoi il serait à désirer qu'il y eût toujours un fanion pour but, en avant des bataillons qui s'exercent aux feux simulés.

Le soldat, placé derrière un parapet, n'est par surveillé, il fait souvent feu pour s'étourdir, et l'action des officiers et sous-officiers est trop étendue pour être efficace.

Après plus de vingt ans d'expérience et d'observation minutieuse, je suis arrivé à ce résultat d'une banalité déplorable; à savoir : qu'on ne fera jamais d'un mala-

droit un bon tireur. Sans doute, avec les principes de tir qu'on donne aujourd'hui, on arrive à des résultats bien supérieurs à ceux qu'on obtenait jadis, mais il n'y a progrès réel, que pour un petit nombre d'hommes, les autres restent stationnaires; il arrive, même que certains soldats, tirent plus mal la deuxième année que la première, parce qu'ils n'observent plus aussi bien les principes qui leur ont été donnés.

D'après cette considération, je pense qu'il y aurait lieu de créer, dans les régiments d'infanterie, des maîtres de tir, comme les Romains avaient dans leurs légions des maîtres d'escrime (Végèce) (1). Ces maîtres d'escrime étaient des instructeurs militaires, très-différents de nos maîtres d'armes; car on sait que le duel était inconnu chez les Romains. Les maîtres de tir, retenus sous le drapeau par une solde plus forte et par quelques insignes particuliers, seraient fort utiles dans une foule d'occasions; ils encadreraient la ligne, et aideraient les officiers très-efficacement dans l'exécution des feux. Un maître de tir, secondé d'un prévôt, aurait la surveillance de huit hommes, dénommés servants, et numérotés suivant le degré de leur adresse. Dans l'ordre sur deux rangs, le maître serait au deuxième rang, ayant devant

(1) Ces soldats, outre certains avantages, avaient droit à une double ration de vivres.

lui son prévôt et deux files de servants à sa droite et à sa gauche.

Dans la défense des postes et des places, lorsque le tir exigerait une certaine précision, le maître et le prévôt, réunis ou séparés, tireraient seuls, avec un ou deux servants désignés, les autres leur chargeraient les armes et travailleraient à les abriter. Lorsque l'ennemi se présenterait à découvert, et serait assez rapproché pour que le tir de tous acquît une certitude suffisante, le maître ou le prévôt ordonnerait que chacun tirât pour son compte.

Les armes de précision, s'il y en avait dans la place, ce qui doit avoir lieu désormais, seraient confiées aux maîtres de tir, et aux servants les plus adroits.

L'action des feux de mousqueterie étant fort essentielle dans une place assiégée, la surveillance de ces feux devrait, ce me semble, être confiée à deux officiers d'infanterie, qui se relèveraient alternativement, ou agiraient ensemble, si les circonstances venaient à l'exiger.

Je me rappelle que feu le général d'état-major Lachasse Vérigny avait proposé l'emploi de cartouches à chevrotines pour la défense des brèches ; cette idée est, suivant moi, fort rationnelle, et pourrait être appliquée très-utilement, du moment où un officier, secondé par des hommes habitués au tir, en ferait l'application en temps opportun. Je pense que 12 chevrotines de 8 mil.

de diamètre, lancées par la charge ordinaire, donneraient de bons résultats pour le tir aux distances rapprochées.

Lorsqu'on manque de chevrotines, on peut employer le tir à deux balles, comme le prescrit le maréchal Bugeaud; mais il est à remarquer que le tir à deux balles est très-fatigant pour le soldat, à cause de la violence du recul du fusil.

C'est particulièrement dans la défense que les projectiles à enveloppes multiples et à voussoirs, dont nous avons donné la description dans le *Journal des armes spéciales*, seraient d'un excellent usage, soit qu'on lance ces projectiles avec des bouches à feu, soit qu'on les roule au bas des brèches comme grenades de rempart.

PREMIER MÉMOIRE

SUR QUELQUES

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

A L'ARTILLERIE

I. — Application de l'électricité à l'épreuve de la résistance des bouches à feu, des projectiles creux, des tubes, des chaudière, etc.

Une expérience que j'ai exécutée sur la décomposition de l'eau par le courant voltaïque en ses gaz élémentaires, oxygène et hydrogène, sous de fortes pressions (30 atmosphères), m'a conduit à appliquer cette tension à l'épreuve de la résistance des bouches à feu.

J'omets la description de cette expérience que j'ai décrite en détail dans une lettre adressée à

M. Carosio, et je me bornerai à rappeler les lois que j'ai signalées.

1° Un courant d'intensité suffisante pour décomposer l'eau sous la pression ordinaire de l'atmosphère peut la décomposer à toutes les pressions, du moins dans des limites fort étendues.

2° L'intensité du courant est indépendante de la pression sous laquelle se développent les gaz élémentaires de l'eau; c'est-à-dire que la force électro-motrice et toutes les résistances étrangères au voltamètre fermé, dans lequel a lieu la décomposition, restant les mêmes, l'intensité du courant sera sensiblement constante pendant la variation de la pression.

3° L'intensité du courant étant constante, la quantité d'eau décomposée dans un récipient fermé, et par conséquent la tension des gaz développés, est en raison directe du temps employé pour la décomposition.

J'ai vérifié ces lois jusqu'à 30 atmosphères absolues, ce qui suffit pour les faire admettre jusqu'à une limite assez éloignée.

Pour ne pas me perdre en théories, je vais indiquer comment on pourrait substituer l'application de ces conséquences, dans l'épreuve des bouches à feu, à l'emploi de la presse hydraulique.

Le tampon A B B (fig. 1, 2, 3) (1) employé dans les épreuves faites avec la presse hydraulique, un manomètre fermé M A U, un voltamètre V, dont les électrodes sont isolés aux points *p* et *n* et un robinet R destiné à fermer l'orifice par où l'on verse l'eau; voilà tout mon appareil.

On fixe convenablement, et autant que possible, vers le centre du tampon (fig. 3), le tube de verre *t t' t''* du manomètre, dont l'extrémité supérieure est fermée, et dont l'extrémité inférieure ouverte s'enfonce dans la cuvette cylindrique en fer *m m*.

La pression se communique dans cette *cuvette* par l'ouverture *r s* fermée par un bouchon percé de petits trous, soit par un de matière poreuse, telle que le jonc, les tissus organiques, *etc.* Le tube extérieur *t t*, entouré d'une armature ordinaire, est gradué selon la loi de Mariotte, et préférablement *à posteriori* par expérience.

Le voltamètre V se compose d'un vase de verre *o o o* fermé par un entonnoir de gutta-percha *o q q'*, ou par un couvercle garni de substance

(1) Les figures n'étant faites que pour la simple démonstration, ne sont pas à l'échelle; en général elles sont disposées de manière à montrer toutes les dispositions essentielles, et particulièrement les fils conducteurs.

élastique, pour s'ajuster sur les bords du vase, le tout est placé dans une boîte métallique. Dans le vase, qui contient moins de la moitié de sa capacité d'eau acidulée (l'acide sulfurique doit être de $\frac{1}{7}$ à $\frac{1}{10}$ du volume total), vont s'immerger les deux électrodes *a c*, formés par deux lames de platine roulées en spirale, dont les tours (fig. 4) sont maintenus à petite distance par des chevilles isolantes. Ces lames ont une hauteur moindre que la moitié de celle du vase. Elles sont respectivement fixées (fig. 5) à deux fils de platine *a' p' p*, *c' n' n*, au moyen de soudures vernissées, ou mieux encore avec des goupilles, dans des entailles pratiquées dans les fils.

Ces fils passent à travers deux bouchons isolants (ivoire, os, bois surimbibé de mastic à chaud, verre, etc.), qui sont emboîtés dans le tampon même à vis, ou comme le grain de lumière Mathis, vont communiquer métalliquement aux boutons *p' n*. Une cloche *d d d d* (cuivre, laiton, fer) couvre les deux récipients, et s'enfonce quelque peu au-dessous de leur ouverture.

Voilà maintenant comme on opérera. Supposons le manomètre en ordre, la capsule du voltamètre garnie du liquide acidulé ou salin qui couvre les électrodes, la bouche à feu placée vertica-

lément, avec la culasse en bas, la lumière solidement bouchée et l'âme remplie d'eau; on placera le tampon comme à l'ordinaire, laissant ouvert le robinet R pour pouvoir ajouter de l'eau jusqu'à ce que l'entonnoir I reste rempli. On ferme alors le robinet R, et on met les pôles P, N d'une pile (p. e. 3 couples de Bunsen, fig. 2) en communication avec les boutons p *n*, en serrant avec des vis les extrémités de deux rhéophores qui sont formés de fils de cuivre en hélice, ou de petits rubans, etc.

En peu de temps, selon l'intensité du courant et la eapacité non occupée par l'eau, le manomètre M marquera les pressions croissantes, et ira jusqu'à rejoindre la tension régulamentaire; alors on interrompra le circuit en dévissant les vis *p* ou *n*, et l'épreuve sera terminée.

On pourrait disposer l'instrument de manière que le courant s'interrompe lui-même quand la tension arrive à la limite fixée : à cet effet, un des boutons à vis, par exemple *n*, serait mis en communication métallique avec le tampon, et par conséquent un pôle de la pile serait en communication avec le mercure du manomètre; il suffit pour cela de supprimer le manchon isolateur d'un des électrodes. Le pôle positif conduirait, comme aupa-

ravant, le courant isolé à l'anode *a*, tandis que le cathode *c* serait en communication avec le mercure par le fil *cfffgg* isolé, qui va d'un récipient à l'autre, et pénètre dans le mercure jusqu'à la profondeur *gg* correspondante à la dépression donnée par la tension regulamentaire.

Evidemment le mercure, en s'abaissant, laissera découvert le fil gg, qui finit en anneau autour du tube manométrique, et le circuit sera interrompu, car l'électricité parcourrait le circuit P (pôle positif de la pile) *p*, P', *a*+ liquide électrolyte + *cfffgg* + mercure + les parois de la capsule + le corps du couvercle + *n* N (pôle négatif).

Pour démonter, on ouvrira d'abord le robinet R, par lequel l'eau sera projetée avec force, puis le gaz jusqu'au rétablissement de l'équilibre des pressions, et on pourra alors lever aisément le tampon.

Il est inutile de développer les détails de cette construction. On remarquera que la cloche doit tenir l'eau éloignée des liquides du manomètre et du voltamètre, et que la différence de niveau $\alpha\ \beta$ (fig. 3) entre son bord et celui de l'entonnoir I permet à l'eau de pénétrer assez dans la cloche, pour que les gaz ne puissent en sortir pendant l'opération. Il en résulte : 1° que toute la paroi de

l'âme sera en contact avec l'eau; 2° que la ligne de fermeture du couvercle se trouvant mouillée, empêchera mieux les pertes; s'il y en avait, on s'en apercevrait aussitôt.

Les rayons U B', U B (fig. 1) étant l'un plus petit que le demi-calibre du canon de 8, et l'autre plus grand que celui du pierrier, il s'ensuit que l'appareil pourra servir pour toutes les bouches à feu. La fermeture en entonnoir du récipient du voltamètre, et celle à trous capillaires de celui du manomètre, ont pour objet de rendre la machine plus maniable et moins sujette aux dérangements, quelque position qu'elle puisse prendre accidentellement.

En effet, le liquide acidulé du premier récipient ne pouvant sortir à cause de la construction du couvercle (comme certains encriers en verre), il ne faudra d'autre soin que celui d'ajouter de l'eau à de grands intervalles, pour remplacer celle qui a été décomposée ou qui s'est évaporée, quand les électrodes seront à découvert. Les bouchons poreux du manomètre, tout en laissant agir la pression, suffiront pour contenir le mercure, naturellement très-dense.

Je crois utile de faire une autre observation; si l'on désire une grande précision dans les indica-

tions manométriques, il faut empêcher l'échange d'air entre l'atmosphère et le tube manométrique, afin que la quantité qu'on y a laissée dans la construction reste constante. Supposons, en effet, que nous ayons construit le manomètre à la pression moyenne. Soit p cette pression, l la longueur A B (fig. 7) occupée par l'air dans le tube plongé dans le vase. En partant de l'extrémité fermée A, les longueurs $\frac{l}{2}, \frac{l}{3}, \frac{l}{4}$ etc., indiqueront dans le tube cylindrique, abstraction faite du poids du liquide, les pressions $2p$, $3p$, $4p$, etc. Soit $p + \omega$ la pression actuelle à un instant quelconque de l'expérience (ω sera positif ou négatif), si, en se servant de l'instrument, on découvrait l'ouverture B, la quantité d'air dans le tube serait changée; maintenant la longueur manométrique l correspondrait à la pression $p + \omega$; par conséquent, les longueurs $\frac{l}{2}, \frac{l}{3}, \frac{l}{4}$ etc. représenteraient respectivement les pressions $2(p+\omega)$, $3(p+\omega)$, $4(p+\omega)$, etc.; ainsi l'indication de 12 atmosphères se rapporterait à la pression $12(p+\omega)$, et donnerait pour la pression supportée par la bouche à feu une différence de $12\ \omega$ sur la pression établie et adoptée; tandis que s'il n'y avait pas eu échange d'air, le numéro 12 de la gradation exprimerait constamment la pression absolue, $12p$. Ainsi une con-

struction convenable éviterait de calculer la différence entre la pression actuelle et celle réglementaire, à moins qu'on ne veuille la négliger; elle éviterait de plus l'inconvénient de l'introduction des vapeurs hygrométriques, qui, en parvenant à la saturation, ne suivraient plus la loi de Mariotte.

Voici la disposition destinée à rendre le manomètre invariable : Supposons le manomètre gradué de manière à se rapporter à la pression moyenne de l'atmosphère, construisons la cuvette en cylindre équilatère, dont *m m* (fig. 3), (diamètre et hauteur), soit au moins égal à 2δ (2δ est la hauteur barométrique comprise entre les pressions maxima et minima de l'atmosphère), et prolongeons le tube manométrique jusqu'au centre *t''* du récipient rempli de mercure. Quelle que soit la position du manomètre, l'ouverture *t''* ne sera libre pour le passage de l'air que si ω est positif, et on aura toujours une colonne de mercure au moins égale à la hauteur δ, qui s'opposera à la sortie de l'air, dans le cas où ω serait négatif, car on a toujours $\omega < \delta$.

Je choisis encore pour liquide du manomètre le mercure, parce que son évaporation est insensible, ainsi que son attraction capillaire sur les

parois du tube, et que sa pesanteur spécifique rend moins convergente la série des divisions, quoiqu'il soit nécessaire pour cela d'établir l'aplomb dans les expériences.

J'ai donné de grandes surfaces aux électrodes et les ai rapprochés, afin de réduire le plus possible la résistance du liquide, et de la rendre comparable à celle des conducteurs métalliques, pour obtenir une plus grande économie dans les dimensions de la pile.

Les avantages de cet appareil sur celui de la presse hydraulique seraient : 1° la simplicité, puisqu'on supprimerait la presse délicate et lourde, ce qui permettrait de l'employer à peu de frais dans plusieurs places ; 2° une plus grande précision, par la substitution d'une force croissante graduellement à une intermittente.

J'omets, pour abréger, la description de la machine pour éprouver la résistance des boulets creux. Elle ne différerait d'ailleurs de la précédente que par quelques rapports cinématiques.

II. — Application de l'électricité à la mesure de la vitesse des projectiles.

Mon objet principal étant le progrès de la

science, je tiens peu aux questions de priorité, car bien souvent, lorsque je trouve dans de nouveaux ouvrages quelque coïncidence totale ou particlle avec quelque découverte qui m'a coûté de pénibles travaux, je me trouve assez compensé par la conviction que mes idées ont été justes, et par l'avantage de pouvoir en profiter pour la solution de cette question importante.

En outre, le champ qui m'est ouvert est si vaste que j'espère conserver quelque droit au titre d'inventeur dans l'opinion d'autrui; du reste, la plus belle compensation pour moi consiste dans la satisfaction de ma propre conscience. C'est pour cela que je déclare que dans les solutions suivantes des instruments balistiques, je n'ai eu d'autres instructions que celles qui se trouvent dans la brochure : *Mémoire sur un projet de chronographe électro-magnétique, etc., par Martin de Brettes*, 1849; l'ouvrage du capitaine belge M. Navez (1) étant arrivé à ma connaissance pendant que je travaillais à ce mémoire.

(1) *Application de l'électricité à la mesure de la vitesse des projectiles.* — 1853.

III. — Systèmes électro-magnétiques.

Les appareils destinés à la mesure des effets balistiques ou des intervalles de temps très courts, qui ont pour base l'électro-magnétisme comme ceux de Wheastone, Bréguet, Martin de Brettes et autres, moins celui de Pouillet, sont basés sur la séparation du *contact* et de son électro-aimant quand le courant électrique est interrompu par une disjonction directe, faite par le projectile qui rompt le conducteur. Or, l'expérience prouve : 1° que la force coërcitive du fer, quelque doux qu'on puisse le trouver, ne permet pas la désaimantation instantanée; 2° que la polarité restante varie avec l'intensité du courant, la distance relative, la nature des surfaces de contact, et par suite d'autres causes accidentelles, telles que la température, la nature et la forme des conducteurs, etc. En conséquence, l'intervalle de temps entre l'interruption du circuit et le moment du détachement du contact est cause d'irrégularités incalculables.

Sans entrer ici dans les détails des machines que je propose pour cet usage, je me bornerai à donner une méthode plus précise : je substitue

l'attraction du contact au détachement, que j'omets complétement, et de plus, j'emploie d'autres systèmes d'électro-aimants. La difficulté consiste à opérer la fermeture du circuit par la rupture d'un fil. Pouillet la produit indirectement par la rupture d'un fil de soie, qui donne à un ressort la faculté de fermer le circuit métallique d'un électro-aimant; mais ce procédé mécanique ne ferme pas instantanément le circuit, car le mouvement produit requiert un temps qui dépend d'éléments dont la constance n'est pas assez assurée. Je produis la fermeture immédiate.

IV. — Électro-aimant à double conducteur.

Supposons la bobine de l'électro-aimant composée de deux fils égaux et parallèles, qui s'enroulen tautour du fer, et dont les extrémités aillent aux pôles opposés de deux piles de même puissance, ou mieux encore, aux pôles contraires de la même pile, de manière que les deux fils soient parcourus par des courants égaux et de direction opposée; leur effet sur le fer sera nul, car leurs actions se neutraliseront. Si l'un des fils constitue la cible, sa rupture déterminera l'alimentation du

fer doux, par le courant de l'autre conducteur, dont l'action n'est plus neutralisée. L'un des deux circuits comprendrait un rhéostat, au moyen duquel on réglerait graduellement la résistance de manière à établir l'équilibre entre les courants des deux fils. Cette opération se ferait surtout après qu'on aurait raccommodé le fil brisé dans le tir. Mais à parité de circonstances, on aurait par cette disposition un aimant de moindre force, car la moitié seule du fil constituant la bobine est active; de plus, cette bobine a d'autres défauts : elle est sujette aux courants d'induction et il y a encore la difficulté de maintenir l'égalité des courants. Cependant, quant à ce dernier défaut, je ferai observer que la parfaite égalité des courants n'est pas nécessaire si la différence ne donne pas assez de magnétisme pour vaincre le ressort antagoniste qui retient le contact à distance. Il n'y aurait donc en définitive qu'une petite perte de force pour donner plus de tension au ressort. Mais j'ai d'autres solutions.

V. — Circuit d'équilibre.

Soit P la pile (fig. 8), M l'électro-aimant, B *ld*,

cible, R un rhéostat; l'électro-aimant est à un seul fil conducteur, mais ses extrémités *a, b,* communiquent en même temps, chacune avec les deux pôles opposés *p*, *n,* de la pile. A cet effet, en partant de l'extrémité *a* on a les conducteurs *a e* R F *m n* P *p m b* (extrémité opposée) et *a* c *d B g o p P n h i B k l b.* (1). Le second conducteur suivi par le courant en direction contraire à celle qu'on a indiquée passe deux fois dans la cible. En supposant les deux conducteurs de même résistance (ce que l'on obtiendra par le rhéostat R), la pile aura deux circuits fermés, *p m b l k B i h n,* et *p o g B d c a e R f m n,* par lesquels passera un double courant, en laissant à l'écart le conducteur de la bobine de l'électro-aimant; ce dernier se trouvera ainsi avec ses extrémités *a, b,* entre quatre courants, deux à deux égaux et contraires, et son hélice restera sans courant quelle que soit sa résistance: le rapport de cette résistance aux autres étant très-grand, il y a tendance à l'équilibre, quand même il y aurait quelque différence entre les intensités de ces deux conducteurs.

Lorsque les deux fils de la cible B sont rompus,

(1) Le point *m* n'est qu'une projection de croisement sans communication.

la bobine de l'aimant est parcourue entièrement par le courant du conducteur *p m b M a e R f m n.*

Je ferai observer qu'ici le rhéostat suffit pour établir grossièrement l'égalité des résistances, et que les deux fils de la cible qui devront être simultanément rompus par le projectile doivent parcourir également tous les tours, soit réunis et isolés par une enveloppe (coton, soie, vernis, etc), (fig. 9, n° 1), soit près l'un de l'autre sans se toucher et en direction parallèle (n° 2) soit encore disposés comme à l'ordinaire, mais sur les deux faces du châssis (n° 3). Dans ces deux dernières dispositions on est dispensé de l'enveloppe, qui rendrait plus difficile le raccommodage.

Un électro-aimant qui fonctionne par détachement ne peut servir aux usages balistiques qu'aux conditions : 1° faiblesse du courant ; 2° éloignement du *contact* de l'aimant ; 3° ce qui est pire, emploi d'un seul pôle. Au contraire, quand on met en jeu l'attraction, on rend l'électro-aimant plus approprié à ces usages, quand on lui donne le plus haut degré de magnétisme, quand on met en jeu les deux pôles, enfin quand on se place dans les meilleures conditions magnétiques. L'aimantation est presque aussi instantanée que le courant, par conséquent, quand la course du contact sera très-

petite pour produire son effet, comme, par exemple, dans un chronographe, pour porter une aiguille en contact du cylindre, on pourra considérer l'action comme instantanée.

Le courant induit, qui se manifeste à l'entrée du courant dans le conducteur de la bobine, n'aura pour effet que de diminuer l'action du courant principal sans le retarder. Dans l'appareil que nous venons de décrire l'aimant n'a plus de fil inutile, et il est parcouru par un courant qui vient de la pile sans aucune dérivation.

J'assure, en outre, qu'il est possible de réduire presqu'à zéro l'intervalle de temps entre la rupture du fil et la production du signal.

Appliquons, par exemple, ce que nous venons de dire au chronographe de Martin de Brettes. Soit (fig. 10) C le cylindre tournant d'un mouvement uniforme, S le style placé à l'extrémité d'un levier S L, oscillant dans le plan tangent à la génératrice, touchée par le style, et autour de l'axe *o*, qui est à égale distance des deux contacts; MM', MM', sont deux aimants en fer de cheval, dont les pôles conjugués sont situés sur des parallèles au dit axe. Leurs extrémités et les contacts sont taillés en coin (pour ne pas comprimer l'air), et réduits à la plus petite masse; le levier, de con-

struction légère, doit être aplati dans le plan du mouvement, les aimants doivent être puissants, et la course des styles à peine sensible. On laissera le style tracer un arc sur le cylindre, il y aura ainsi pendant l'expérience une pression constante, de sorte que l'uniformité du mouvement persistera; le trait tracé par l'attraction du style, et qui conserve la même profondeur que l'arc de cercle auquel il est normal à son origine, sera facilement reconnu par le changement de direction, c'est-à-dire par le premier élément de la courbe quelle qu'en soit la grandeur. Pourvu qu'on ait égard à la limite minima, nécessaire pour voir clairement la marque faite par le style, on pourra accroître presque indéfiniment la vitesse du style en variant le rapport des bras de levier. On disposerait alors le contact à la plus petite distance de l'électro-aimant (1).

Les électro-aimants ordinaires ont une limite de force lorsqu'ils sont saturés, et que la masse du contact est réduite au minimum; arrivé à cette limite, on ne gagne plus rien en vitesse, car les masses des contacts croissent en proportion de la force des aimants, mais cette limite est as-

(1) Le ressort R est reglé de manière à ramener le style à sa position initiale, sans avoir égard à sa vitesse.

sez éloignée. Toutefois je pourrais produire une vitesse quelconque avec une disposition qui serait trop longue à décrire, et dont la description sera réunie à celle de mon système de moteur électro-magnétique, dont elle fait partie. La disposition des aimants dans la figure a simplement pour objet de fixer les idées.

Pour mesurer la vitesse initiale, ou plus généralement, la vitesse du projectile en un point quelconque de sa trajectoire, il est nécessaire d'avoir deux styles, dont l'intervalle entre le commencement de leur mouvement servirait de mesure au temps employé par le projectile pour parcourir l'espace qui sépare deux cibles, l'une placée sur le point en question, et l'autre à une distance de la première aussi petite que pourra la comporter l'exactitude de l'instrument. Il est évident qu'on obtiendrait cela en répétant à ces deux points tout ce qui est indiqué à la fig. 8, avec les détails égaux ou semblables à ceux de la fig. 10.

Pour déterminer la vitesse initiale, il conviendra de remplacer la première cible par un seul trait du double fil placé à la bouche de la pièce. J'omets, pour abréger, les détails des dispositions que je donnerais à l'appareil pour l'étendre au cas

de n points, en faisant servir toujours une seule pile, deux styles, $n+1$ cibles, n rhéostats.

VI. — Électro-aimant à réaction entre le fer et le conducteur.

J'exposerai plus tard (pag. 32) la manière de tenir compte de la différence des temps employés par les styles pour exécuter les signaux résultant de la disjonction du conducteur respectif.

Lorsque dans un aimant ordinaire le fil conducteur ne sera pas serré contre le fer, de manière que celui-ci puisse se mouvoir librement dans l'arc de la bobine (en enveloppant le fil conducteur autour d'un tube concentrique) Si, durant l'action du courant, on le tire quelque peu hors de sa position symétrique rapport à la bobine, il tend à y retourner et à s'y maintenir avec une force dépendant de l'action magnétisante du conducteur, du magnétisme pris par le fer, de la forme, du rapport de longueur, de la position respective du fer de la bobine.

Soient (fig. 11, 12 13), AA, BB, A'A', B'B', deux couples de bobines creuses (c'est-à-dire sans noyau en fer), courtes dans le sens de l'axe, et à un grand nombre de tours des fils dans le sens du diamètre, fixées au levier du style ST au lieu

des contacts. Soit P,P', Q,Q', deux couples d'électro-aimants ordinaires en fer à cheval dans lesquels les extrémités polaires α β (fig. 11) sortent en dehors de leur bobine un peu moins que la longueur des bobines du levier. Comme ces extrémités polaires se trouvent engagées dans les bobines respectives du levier, moins la longueur $\beta\gamma$ (qui est un peu plus grande que la course du levier), quand on fera passer le courant dans toutes les bobines, celles du levier se jetteront sur les électro-aimants; et lorsqu'il cessera, elles en seront repoussées par le ressort antagoniste R, et cela sans obstacle de la part de la force coërcitive, car la réaction cesse avec le courant.

Dans la fig. 12 les couples supérieurs et inférieurs des bobines agiront alternativement, en se passant du ressort antagoniste. Dans la fig. 13 on a le double effet sans le ressort; les fers AA, BB, A'A', B'B' sont fixés au levier ST et glissent dans leurs bobines respectives P,P', Q,Q', P,P', Q,Q'. Ce sont quatre cylindres en fer accouplés deux à deux par des traverses en fer LL, LL' respectivement, lesquelles divisent chaque couple en deux fers à cheval qui s'engagent dans huit bobines vides à moitié. Quand le courant passera dans le couple supériuer P,P' de gauche, et dans l'infé-

rieur Q',Q', de droite, le style *S* se portera à gauche d'une petite quantité, et le contraire aura lieu par l'action simultanée des autres bobines.

Pour mieux comprendre les conditions dynamiques dépendantes des formes décrites, je citerai les lois que j'ai reconnues :

1° La *force portante* est en raison directe du carré de l'action magnétisante du courant, ou bien (plus explicitement) en raison directe de l'intensité du courant, multipliée par le nombre des tours du fil conducteur de la bobine, en les supposant concentrés dans une couche cylindrique d'un certain rayon intermédiaire, multiplié par la quantité de fluide décomposé dans le fer (qu'il soit dû à l'action du courant de la bobine réagente, ou à une autre action actuelle ou permanente).

Quand on réfléchira à l'égalité de la réaction, il deviendra évident que, si la décomposition du fluide magnétique du fer est entièrement produite par le courant réagissant, le résultat final de la réaction réciproque entre le fer et le conducteur sera en raison directe du carré de l'action magnétisante, et, à parité de circonstances, en raison directe du carré de l'intensité du courant.

2° A circonstances égales, c'est-à-dire les conditions de la bobine, l'intensité du courant, etc.,

étant constantes, la *force portante* augmente avec la longueur du fer par une série convergente, telle, par exemple, que pour un fer de longueur dix fois plus grande que celle de la bobine, on est presque arrivé à la limite.

3° On pourra cependant augmenter indéfiniment la force portante si l'on magnétise le fer par un conducteur solidaire sur sa longueur indéfinie.

4° Il y a une position du fer rapport à la bobine correspondante au maximum d'attraction réciproque, qui change avec le rapport des longueurs respectives, et avec la quantité du fluide magnétique décomposé par une autre action que celle du courant de la bobine. Quand l'action seule de la bobine a lieu, la position correspondante au maximum, dans le cas d'un fer de très-grande longueur en proportion de celle de la bobine, sera celle du fer engagé dans la bobine, jusqu'à confondre son pôle intérieur avec celui plus éloigné de la bobine.

C'est d'après ces lois que je crois signaler comme les meilleures les dispositions des figures 11 et 12, parce qu'avec un levier d'une masse constante elles permettent (à part la question économique) d'accroître indéfiniment la force motrice.

En effet, le facteur qui dépend de la bobine mobile (qu'on suppose déjà parcourue par le courant maximum) étant constant, on pourra faire varier indéfiniment le facteur qui dépend de la polarité du fer appartenant à la bobine fixe, tandis que dans la disposition de la fig. 13 on ne pourrait gagner aussi rapidement par l'accroissement de la longueur et du diamètre de la bobine, sans changer la masse du fer qui est portée par le levier, et à laquelle il faudrait imprimer le mouvement. Le choix d'un des trois systèmes dépend de la disposition des conducteurs et des cibles. En effet, celle de la fig. 14 permet, selon l'usage adopté, de faire passer le courant dans le simple conducteur, dont la cible fait partie, de sorte que la rupture du circuit met en mouvement le style au moyen du ressort antagoniste R, qui faisait opposition à la force de l'aimant. En admettant l'avantage très-considérable d'avoir la force constante du ressort non plus troublée par la force coërcitive, on entrerait dans le cas ordinaire des chronographes de Martin de Brettes, Bréguet, etc. Cet appareil suffirait sans doute à la mesure de la vitesse des projectiles. Si l'on réglait le ressort antagoniste de manière à équilibrer la moitié de la force des électro-aimants, quand ces derniers

seront actifs, le style sera poussé par la moitié excédante de la force; et quand leur action cessera, le style sera mis en mouvement par une force égale due au ressort. Pour cela il suffit de faire passer dans une seconde cible le fil conducteur *p m b M a e k f m n* de la fig. 8. En effet (fig. 14), quand la balle traversera la première cible B, le courant passera dans les bobines des aimants M (comme je l'ai expliqué à la page 15) et le style S se mettra en mouvement dans le sens de la flèche; et quand elle traversera la seconde cible B' (qui fait partie intégrante du circuit *p v B' u t m b M a e R f m n*, qui est maintenant en activité), le circuit sera interrompu, et le style se mouvra en sens invers. Si la cible B, réduite à un tour de double fil, était à la bouche de la pièce, et la cible B' à la distance par exemple de 10^{m}, il est clair qu'on aura, avec un seul style et une seule pile, le moyen de mesurer la vitesse initiale.

Il est facile de concevoir qu'en répétant un appareil semblable, ou avec la combinaison d'appareils dérivés, on pourra le faire servir pour plusieurs points de la trajectoire, en alternant ainsi l'attraction et le détachement du levier. Les marques sur le cylindre chronographique A B

(fig. 15) seraient représentées par la ligne $a\ \alpha\ \beta\ \alpha'\ \beta'\ b$, où $\alpha\ B$ indiquerait le trait correspondant à la cible B, et $L'\ B'$, celui correspondant à la cible B', tandis que l'arc compris entre les génératrices qui passent par α et β' donnerait la mesure de la vitesse cherchée quand on connaît la vitesse du cylindre. La disposition de la fig. 12 se prête encore à l'usage de la disjonction simple, faite comme il est indiqué à la page 6. L'aimant de chaque bras de levier serait parcouru par deux courants dérivés de la même pile, l'un passant par la cible simple, comme à l'ordinaire, l'autre réglé avec le rhéostat de manière à équilibrer l'action du premier. Lorsque la cible sera frappée le style sera mis en mouvement par ce courant, qui ne passe par la cible. Ce cas correspond, pour les conditions mécaniques, à celui cité au commencement de ce mémoire, c'est-à-dire de la bobine à double fil, ou à aimant différentiel.

Mais la disposition du conducteur indiqué à la fig. 8 serait préférable en la répétant pour chaque aimant aux deux bras du levier. Le levier en repos, à la position du plus grand détachement au bras supérieur, aurait les aimants, des deux bras soustraits à l'influence du courant à cause de l'équilibre électrique du circuit dans chaque

système de conducteur; en rompant la cible à double fil se référant, par exemple, aux aimants du bras supérieur, le style se mouvra de gauche à droite; au contraire le mouvement aura lieu de droite à gauche en rompant la cible relative aux aimants du bras inférieur.

Ce système procurera aussi l'avantage d'égaliser directement les deux forces et les vitesses du style, lorsque, par une disjonction simultanée des circuits des deux cibles, on aura vérifié par l'immobilité du style l'égalité des deux forces en équilibre.

On obtient des résultats analogues à ceux qu'on vient de citer par le système représenté à la fig. 13, avec la différence qu'on aura une double action correspondante à chaque bras, sauf toujours les considérations dépendantes de la construction.

IV. — Systèmes électro-chimiques.

1° *Considérations générales.*

L'inertie, les frottements, la résistance de l'air nous empêchent de compter sur l'exactitude absolue des appareils électro-magnétiques avec

des organes mécaniques, et font préférer ceux qui sont basés sur les réactions chimiques.

Une feuille de papier imbibée d'une solution acide de cyano-ferrure de potassium, comprise entre un disque métallique et un style de fer, forme la base du télégraphe électro-chimique de Bain de Londres. En faisant communiquer le pôle négatif au disque, et le pôle positif avec le style, celui-ci tracera en bleu sur le papier le chemin relatif déterminé par une cause mécanique quelconque quand le circuit sera fermé.

On a déjà essayé d'appliquer ce procédé aux chronographes, mais l'affaiblissement graduel du bleu vers les extrémités des deux lignes tracées, dont on ne pourrait pas distinguer exactement les limites, a paru un inconvénient assez grave pour y faire renoncer. Cependant en ayant égard aussi à son application à la télégraphie, j'ai obtenu les perfectionnements suivants :

1° J'ai remplacé la solution saline par une autre de plus facile décomposition. Sa sensibilité la rendra presque instable, de sorte qu'elle se décomposerait même à la lumière diffuse. J'ai éprouvé beaucoup de difficultés pour la fixer après le tracé des signaux.

2° J'ai étendu à la décomposition électro-chimique le bénéfice du multiplicateur.

L'action électrolitique d'un courant, dans les cas ordinaires de décomposition chimique, peut se comparer à l'effet d'un élément linéaire dans les phénomènes électro-magnétiques ; le multiplicateur a permis d'accroître les effets de ces derniers dans une proportion énorme par rapport à la dépense : en effet, dans le circuit télégraphique, si l'on porte une bobine à un million de tours sans introduire dans le conducteur général, en moyenne plus de $\frac{1}{10}$ de la résistance totale, le courant ne sera affaibli que dans cette proportion, et pour cela on aura une multiplication réelle de cent mille. J'ai réalisé le même avantage dans le cas chimique.

3° J'ai quadruplé, dans l'application au télégraphe, le nombre des signes radicaux, de manière à n'employer avec un seul conducteur, pour trente signaux, que les combinaisons binaires ; avec deux fils on a tous les signaux simples.

4° J'ai projeté une disposition mécanique pour obtenir, dans la rapidité de transmission, les limites permises par la sensibilité du sel à la décomposition, et j'espère que cette accélération

sera un progrès notable sur les méthodes télégraphiques en usage jusque aujourd'hui.

5° J'ai écarté les inconvénients secondaires qui retardent la réalisation d'un système de télégraphie regardé comme le meilleur par les physiciens.

2° Décomposition par le courant primitif.

Pour les usages balistiques, je me sers seulement du n° 1, c'est-à-dire de celui par lequel j'ai constaté la sensibilité à la décomposition, de sorte qu'il suffira d'un courant très-faible pour donner un signal. Un courant d'une forte intensité produira cette décomposition presqu'au premier instant de son action. En substituant aux styles mis en action par une force électro-magnétique du chronographe, par exemple, de Martin de Brettes, ou d'autres, des styles ou des ressorts fixes posant légèrement sur le cylindre couvert d'une couche imbibée de la solution saline, j'espère avoir beaucoup diminué les causes de retard. Mais il y a mieux encore.

3° Décomposition par le courant d'induction.

La durée des courants d'induction est considérée comme instantanée; or, un signal dû au passage d'un de ces courants, imprimé sur un cylindre chronographique tournant à grande vitesse, serait représenté par un point, ou par une ligne plus ou moins courte, selon la durée qu'on voudra encore attribuer au courant d'induction. Que ce soit un point, ou le centre de la ligne que nous venons de supposer, qu'on prenne pour signal, la question est ramenée à remplacer les courants primitifs par les courants induits.

Je ferai observer que le courant induit, naturellement doué d'une grande tension, produira son effet chimique analogue à celui qui est produit par la décharge d'une batterie de bouteilles de Leyde; par conséquent, on n'aura pas de gradation de couleur, ou, s'il y en avait, il en résulterait, par deux décharges successives, deux traits de même longueur dont les centres seraient à même distance que les extrémités analogues.

Le courant induit se développe soit en fermant, soit en ouvrant le circuit du courant primitif. Mais la durée de ces deux courants d'*in-*

duction est-elle égale? N'ayant pas encore pu m'en assurer, je donne deux combinaisons, dont l'une est indépendante de cette question, quand même la différence de temps due à des intensités inégales, ou à la durée des deux courants d'induction d'ouverture et de fermeture, pourrait se calculer *à priori*, si on devait admettre ces différences de durée.

La fig. 16 représente une disposition semblable à celle de la fig. 14, avec la différence qu'on a remplacé l'électro-aimant *M* par un appareil d'induction *I*, et de celui-ci partent les extrémités du fil induit $\alpha\, z\, s$, $\beta\, z'\, s'$.

Ceux-ci se terminent par de petites lames de platine, dont les extrémités *s s'* pressent le papier enroulé sur le cylindre chronographique *C*, préalablement imbibé de la solution. Elles y conduisent le courant, qui traverse le petit espace *s s'* en laissant une marque en *s*, s'il entre par *s* dans la solution et en sort par *s'*, et inversement, en laissant une marque en *s'* lorsqu'on change la direction du courant.

J'omets les détails de l'appareil d'induction, qui se compose essentiellement d'une bobine à deux fils, dont l'un est traversé par le courant

primitif qui fait le tour de la cible B, et l'autre est celui déjà indiqué.

Lorsque la balle, en frappant la cible B, fermera le circuit primitif, le courant d'induction de fermeture se déterminera, et le fil *zs* par exemple marquera en *s*, sur le cylindre tournant un point ou une ligne très-courte; quand elle aura parcouru la distance des cibles, et elle traversera en *B'* et interrompra le circuit, ce qui donnera lieu à un courant de direction contraire à l'autre, on aura alors un nouveau point ou une ligne courte et nette tracée sur le cylindre par le fil *z' s'* en *s'*. La longueur de l'arc compris entre les génératrices qui passent par *s s'*, ou par la moitié des deux lignes, donnera le temps employé par le projectile à parcourir l'intervalle entre les deux cibles.

Seconde combinaison.

Annulons le conducteur d'équilibre des appareils précédents, et réduisons au conducteur simple, qui comprendra la pile *P*, une cible B et la machine d'induction *I* (fig. 17), on aura le conducteur *p v B u b l a n P* (pile) qui constituera le circuit primitif, tandis que le circuit d'induction de la bobine *I* sortira par *β z s* (*z s* petite lame

posant sur le papier) à travers le papier imbibé, et reviendra par l'ouverture du cylindre, au moyen de $m \alpha$, à la même bobine. Si le circuit primitif est fermé avant de décharger la pièce, à l'instant de la rupture de la cible B, on aura un courant induit d'ouverture qui fera une marque en *s*, comme on a déjà indiqué.

Si un appareil semblable, ou plusieurs autres construits avec leurs piles, ou avec des dérivations de la même pile, appuient leurs lamelles respectives sur le même cylindre, la rupture de leurs cibles respectives donnera des marques instantanées, successives, et on aura ainsi une indication analogue à celle projetée par M. Martin de Brettes, avec la différence que les styles seront ici remplacés par des lamelles ou par des fils immobiles qui marquent, au passage direct d'un courant instantané, des points ou des lignes très-courtes, bien marquées, lesquelles, en se combinant avec le mouvement très-rapide et uniforme du cylindre, donneront la mesure de la vitesse cherchée du projectile en un ou plusieurs points de la trajectoire dans un même coup.

La fig. 17 représente, selon ce qui vient d'être dit, l'adjonction d'un autre conducteur p v' B' u' *b' Γ a' n P* (pile) pour le courant primitif, qui

comprend une seconde cible B' et une autre machine d'induction I', et par conséquent l'adjonction du conducteur composé de $\beta' z' s'$ du papier préparé, du cylindre, de la bobine, de m pour le courant d'induction. Dans l'ensemble de cette figure, on aurait tout ce qui est nécessaire pour déterminer la vitesse du projectile en un point.

Régulateur à résistance d'air.

Parmi les moyens mécaniques qui ont été imaginés pour mesurer les grandes vitesses, le chronographe seul paraît susceptible de faire atteindre le but, à cause de la vitesse illimitée qu'on pourrait imprimer au cylindre qui pourrait atteindre, pour ainsi dire, celle d'un projectile; mais il faudrait assurer l'uniformité du mouvement. Si, avec l'échappement, on a obtenu un très-grand degré de constance pour les mouvements lents, comme celui des horloges, et en général pour le mouvement uniformément périodique, cette condition dans les mouvements très-rapides des chronographes ne paraît pas complétement satisfaite, tant qu'on se bornera aux volants à ailettes en usage. Je finis les applications aux chronographes en décrivant un régula-

teur de mon invention, et qui assurera mieux, je l'espère, l'uniformité de la vitesse du cylindre.

Un arbre PQ est formé de deux cônes creux O A B, O A' B' (fig. 18), opposés par leur sommet *O* à angle droit; ces cônes sont chacun fermés à leurs bases par une calotte sphérique APB, A' P' B', se réunissant par un tronc changé en globe CC', DD' aussi creux, tandis que leur axe se termine aux calottes par les extrémités polaires P, P' Q. Cette dernière peut être le prolongement de l'axe même du cylindre d'un chronographe, ou bien en communication avec lui au moyen d'un pignon ou d'une vis sans fin.

Au centre du globe qui est le point commun des deux sommets, et normalement à l'axe des cônes est un axe *OO'*, autour duquel se meut librement une double ailette lamellaire *aob*, *a'ob'*, dont la surface est égale à la section intérieure des cônes qui passerait par l'axe. Cette double aillette, en tournant autour de l'axe OO' (où les poids sont en équilibre), pourra prendre toutes les positions, en partant de celle qui coïnciderait avec ladite section des cônes qui passe par l'axe, jusqu'à celle des angles supplémentaires BOA' B'OA; à cet effet on a pratiqué, sur une généra-

trice commune aux deux cônes, une fente, à travers laquelle elle peut circuler librement. Il est évident qu'en imprimant au système un mouvement rotatoire rapide autour de l'axe PQ, avec lequel, par la construction même, les centres de gravité des deux ailettes ne coïncideront pas, le levier qui les constitue tendra à prendre, en vertu de la force centrifuge, une position normale à cet axe de rotation, et tendra à développer, en conséquence, toute la surface en dehors des cônes. A partir de cette position, dans laquelle le régulateur opposerait à l'air la résistance maxima, jusqu'à la position où il n'en exerce aucune (quand les ailettes sont toutes fermées), on aurait toutes les gradations possibles.

Outre la simplification de ce régulateur sur celui à force centrifuge (c'est-à-dire sur le pendule conique), qu'on gagne en changeant les bras centrifuges articulés en levier, j'obtiens encore l'avantage d'opposer à la force centrifuge, au lieu de la gravité, l'action d'un ressort, au moyen duquel j'évite une pression nuisible sur les pivots de rotation, et la nécessité de disposer l'axe verticalement.

Le levier des ailettes est creusé autour de son axe *OO'* (fig. 19) en forme de barillet, qui con-

tient un ressort en spirale, comme celui d'une montre, tendu entre l'axe et la paroi de cette cavité avec les crochets ordinaires. Sa tension est réglée de l'extérieur et tournant l'axe *OO'* au moyen de la fente pratiquée dans la tête *O*, et maintenue par la petite roue *rr* à rochet. Je pourrais, par la forme du ressort, ou par la tension produite avec un excentrique, établir *à priori* la loi de ses efforts; mais, parce qu'on a deux autres données disponibles, c'est-à-dire la masse et la surface résistante des éléments lamellaires des deux ailettes, il est préférable de les prendre pour les variables dépendantes de la construction du ressort. Pour cela je fais des ouvertures ou des entailles Q à jour, disposées également sur les deux ailettes qui règleront la disposition soit de la masse, soit de la surface, de manière qu'à chaque angle parcouru successivement par les ailettes, elles vérifieront l'équation d'équilibre entre le travail de la force motrice et celui de la résistance de l'air, d'après l'équilibre établi entre la pression du ressort, et celle donnée par la force centrifuge dépendante de la vitesse.

J'omets les calculs relatifs à ce mécanisme, car les éléments disponibles pour modérer toute vitesse sont évidents.

4. **Mesure directe par la décomposition électro-chimique de l'eau.**

Tous les moyens qui, à ma connaissance, jusqu'à présent ont été mis en usage pour appliquer l'électricité à la mesure des intervalles de temps très-courts employés par un projectile pour parcourir un espace donné, ont, pour cette mesure un espace ordinairement augulaire, fait par un organe mécanique dont le mouvement est uniforme ou de loi connue.

Le rôle de l'électricité est de marquer les limites de cet espace, en supposant que son travail électro-magnétique ou électro-chimique, soit instantané ou du moins d'une durée constante. Mais la première hypothèse est telle, que nul agent de la nature ne pourrait la réaliser sans déroger aux lois plus générales de la physique; quand même, à vrai dire, le fluide électrique, par sa rapidité, semble y déroger.

L'expérience enfin nous détrompe sur le résultat de la seconde hypothèse, car, dans tous les cas, la précision est subordonnée à la délicatesse de la construction, et toujours sujette aux causes dépendantes des organes mécaniques, du frotte-

ment, de la résistance de l'air, de la température, de la pression atmosphérique, de l'hygrométrie, du magnétisme terrestre.

La nature de l'action progressive de l'électricité donne directement l'élément du temps, sans aller le chercher au moyen d'appareils secondaires, car elle le représente par les produits de la décomposition électro-chimique de différents liquides, particulièrement l'eau, dont les éléments gazeux se développent en raison de l'intensité du courant et du temps.

Je me fonde donc sur la troisième loi énoncée (pag. 1), qui est admise par tous les physiciens pour les pressions ordinaires, ce qui suffit pour la question que je vais résoudre.

Imaginons un voltamètre dans lequel on puisse mesurer le mélange des gaz décomposés, dont le liquide soit mis dans le circuit à la rupture d'une cible, et soit retiré par la rupture de la suivante, il est évident, en supposant l'intensité du courant constant, que le volume des gaz servira de mesure au temps de la décomposition, qui est le même que celui employé par le projectile pendant son trajet entre les deux cibles.

Pour rendre sensible un volume gazeux développé en si peu de temps, comme est celui em-

ployé dans les cas balistiques, il suffirait de produire un courant de grande *quantité* (1), moyennant une grande surface active dans les éléments de la pile, et dans les électrodes, et de recueillir les gaz dans un tube capillaire.

Mais la loi de Mariotte nous donne la manière d'exagérer infiniment le volume d'une quantité donnée de gaz, en diminuant la pression à laquelle il est soumis. A la pression de zéro, c'est-à-dire dans le vide, le volume serait infini, et il sera proportionnellement fini, et en raison inverse des pressions, quand elles auront une valeur quelconque. Voilà le point principal, et voici sa solution.

L'instrument (fig. 20) consiste essentiellement en un voltamètre V fermé, qui communique par l'ouverture latérale C à un manomètre MON, et par l'ouverture plus basse D au tube barométrique DGH, qui est terminé à sa partie inférieure par le réservoir P fermé par un piston *s*; le voltamètre débouche supérieurement en R par le tube à siphon R *d e f* ouvert en *f* et qu'on peut fermer par le robinet R.

(1) Les expressions de *tension* et de *quantité* sont prises d'après les résultats de la formule de Ohm et appliqués aux circonstances spéciales qui déterminent la distribution la plus convenable dans les éléments de la pile.

Le vide cylindrique ABCE du récipient V est occupé par les lames électrodes *a*, *c*, tournées en spirales. Les spires des électrodes sont tenues à distance par deux croisières en gutta-percha, qui, compriment les bases du cylindre spirale, et leurs extrémités polaires sortent à l'extérieur en *p*, *n*. Les parois intérieures RAEDCBR sont en verre; l'appendice tubulaire DF, le tube MON, exactement cylindrique, le tube *d e f*, sont aussi en verre à très-petit calibre; la portion *e f* est même capillaire, le robinet R est en platine; le tube FGH, comme le récipient P, et le métal du piston *s* sont en fer. Le piston est conduit dans le récipient cylindrique P par une vis T, ou par un excentrique, etc.

Le récipient V est complétement rempli jusqu'au robinet R, d'eau acidulée qui doit être décomposée; le tube *m*FGHP de la hauteur barométrique *Pm* est rempli de mercure; le tube MONC complétement vide d'air (vide barométrique) sera rempli par l'eau acidule jusqu'en *O*, de niveau avec le dessous du robinet R.

Supposons maintenant le circuit fermé avec les électrodes *a*, *c*, le premier élément gazeux se développera sous la pression zéro, les éléments successifs se dégageront sous des pressions crois-

santes progressivement en proportion des hauteurs 01, 0'2, 0'3, etc. du liquide données par les différences du niveau du liquide dans le tube MONC et dans le récipient V, d'où le liquide est expulsé par le gaz naissant, qui va occuper le sommet R.

Les quantités des gaz développés, et par conséquent les temps sont proportionnels aux carrés des différences de niveau du liquide dans le tube MONÇ et dans le récipient V. Il est évident que les variations de la tension de la vapeur d'eau aux différentes températures, et celles de la pesanteur spécifique du liquide n'infirment pas la graduation faite d'après la loi indiquée, et qu'elle est comparable pour toute la hauteur MO du tube, lorsque l'intérieur de ce tube, et celui du récipient V près du robinet R, sont cylindriques. On est alors dispensé d'observer le niveau R, car le mouvement des deux ménisques est toujours proportionnel. J'ai imaginé d'autres appareils analogues à celui-ci, entre autres un qui donnerait les hauteurs en raison directe de la quantité de gaz; mais je préfère celui que je viens de décrire, car la graduation établie d'après la loi des carrés donne des indications avec une précision très-grande, pour les instants très-courts des phéno-

mènes balistiques, et cela sans arriver à des hauteurs incompatibles avec les intervalles qu'il conviendra de prendre pour unité dans les vérifications qu'on voudrait faire par le chronomètre, comme je ferai voir par la suite.

Du reste, dans les mêmes circonstances on pourra encore rendre plus sensibles les indications en faisant varier l'inclinaison du tube MON depuis la position verticale jusqu'à l'horizontale, on aurait ainsi un coefficient disponible pour la graduation.

Revenant à notre appareil, considérons-le annexé au système de conducteurs, fig. 14 ou 16 au lieu de l'appareil M ou I, de manière que les extrémités polaires *p*, *n* de l'un soient substituées aux extrémités *a*, *b* de l'autre. En rompant la cible B, le courant, qui passera par le voltamètre V, produira la décomposition; en rompant la cible B' le courant cessera, et la décomposition aussi; le gaz développé dans le court espace de temps entre les deux ruptures aura soulevé le liquide dans le tube MONC en raison: 1° de la basse pression; 2° du rapport de la quantité d'électricité, et par conséquent du volume d'eau décomposée, à la section du tube susdit; la construction particulière de l'instru-

ment donnera donc une élévation considérable h qui servira pour la mesure du temps cherché quand on connaîtra les conditions que j'indiquerai plus loin.

Pour recharger l'appareil après l'opération, on poussera le piston s en tournant la vis T, pour pousser la colonne liquide qui vient remplir le vide du tube MON. En ouvrant le robinet R, et en continuant la pression du piston, on chassera le gaz rassemblé à la partie supérieure ARB, jusqu'à ce que le liquide ait presque rejoint la pointe f du tube $d\ e\ f$. Si on présente alors à l'ouverture f un récipient rempli d'eau distillée, et qu'on soulève le piston, on en introduira dans l'appareil de manière à remplacer celle décomposée, en se réglant sur la marche de la bulle gazeuse interposée. On arrêtera le piston quand le niveau du liquide dans le tube MON sera en O.

On reconnaîtra la constance du volume de la solution en observant le ménisque supérieur du mercure au point m du tube en verre D m F. Pendant la décomposition la présence du liquide au tube ef est signe de la fermeture hermétrique du robinet R. Du reste, l'alimentation se peut faire à intervalles très-longs, car l'indication est

indépendante du poids spécifique de la solution acidulée.

Je vais maintenant m'occuper des forces perturbatrices que je dois combattre à cause de leur irrégularité; telles sont : 1° la pression atmosphérique; 2° la polarisation des électrodes; 3° la température; 4° l'absorption des gaz par le liquide; 5° la perte des gaz par les ouvertures; 6° les défauts de l'instrument au point de vue physique ou géométrique.

Quant à la pression atmosphérique, l'appareil en est indépendant, car la colonne *ms* du mercure est égale à la moyenne de la colonne barométrique, pour contrebalancer toute pression étrangère sur le piston, parce que le récipient est fermé de toute autre part, et parce que les parois sont rigides, et partant indépendantes des pressions.

La polarisation sera rendue impossible : 1° en portant la pile à une tension assez forte pour ne pas laisser modifier le courant par cette résistance passive; 2° par la nature des surfaces des électrodes, en platinisant les lames de platine (procédé démontré efficace); 3° en augmentant la surface des électrodes, ce que je fais en disposant une grande surface sous un petit volume par

la disposition en spirale, et sans altérer la condition de l'uniformité d'action de tous les éléments superficiels (1); 4° en produisant préalablement une forte décomposition qui donne le plus grand degré de polarisation (en maintenant ouvert le robinet R), à partir de laquelle la réaction sur le courant soit sensiblement constante. Enfin les variations de température qui modifient la forme de l'appareil, la tension des vapeurs, la densité du liquide, sans dédaigner la méthode de tenir compte des indications d'un thermomètre, ont une influence presque nulle quand leur action est proportionnée aux volumes. Il en sera de même de la variation de la pesanteur spécifique du liquide par l'eau décomposée. L'absorption des gaz est aussi évitée en saturant d'abord le liquide.

(1) Soient aa_n, cc_n (fig. 21) les projections de deux fils métalliques de longueur égale et indéterminée qui doivent, comme électrodes, exercer l'action électrolytique sur le liquide qui les sépare. Si leur communication avec la pile est établie aux extrémités, réciproquement plus éloignées a, c, on concevra facilement que le courant aura la même tendance à se décharger aux différents points correspondants, a et c_n, a_1 et c_{n-1} .... a_{n-1} et c_1, a_n et c, car tout est symétrique relativement aux pôles. On obtient un effet analogue en donnant la forme de spirale aux électrodes qui communiquent avec la pile par a et c (fig. 22) comme je fais. De plus, dans ces lames la communication serait ouverte par les angles les plus éloignés en ligne diagonale.

Voici comment j'obtiens les indications indépendamment des causes perturbatrices qui ne sont pas tout à fait éliminées.

Appareil chronométrique.

Imaginons un instrument à part, soit un chronomètre conforme, si l'on veut, aux modèles ordinaires, qui serait d'exactitude suffisante, comme on démontrerait facilement, soit l'appareil spécial que j'ai imaginé, dont il suffit de considérer le cylindre N P (fig. 23) monté sur l'axe de la roue d'échappement, douée d'un mouvement intermittent périodiquement uniforme. Le cylindre, composé d'une substance isolante comme l'ivoire, le bois, etc., sera, par exemple, divisé en trois zones égales, normales à l'axe sur sa surface convexe, et chacune d'elles est subdivisée aussi en trois parties qui sont respectivement couvertes d'une lame métallique. La première lame de chaque zone, c'est-à-dire les lames h'' o'' v'' embrassent la circonférence entière; la troisième lame de chaque zone, c'est-à-dire h''' o''' v''', s'étend sur la moitié de la circonférence; enfin la seconde lame des deux premières zones, c'est-à-dire h'' o'', embrasse aussi la demi-circonférence;

mais celle v'' de la troisième zone recouvre un arc de 210 degrés, et cela à partir d'une génératrice commune K. Les subdivisions de la zone voisine de l'extrémité N, en composant une seule lame, sont en communication avec le pivot N; de même les deux autres groupes, c'est-à-dire les six subdivisions des deux autres zones réunies en une seule lame, communiquent avec le pivot opposé *p*; les deux pivots sont isolés l'un de l'autre par la matière même du cylindre.

Les deux pivots *n*, *p* sont toujours en contact métallique respectivement avec deux petites lames N N' P P'; une règle S S se mouvant parallèlement à l'axe du cylindre sert à fixer par une de leurs extrémités trois petites lames H α, O β, V γ, qui reposent par l'autre sur une même génératrice et sur un même numéro de chaque zone ternaire, et peuvent, par le mouvement de la règle, se porter sur les deux autres subdivisions. Je nomme première, seconde, troisième, les trois positions que les petites lames peuvent prendre par un mouvement de translation de la règle, qui est imprimé à la main, positions qui sont déterminées par trois entailles marquées 1, 2, 3, occupées successivement par un appendice ajouté au manche M.

Supposons que les systèmes de conducteurs représentés par les fig. 14 et 16 soient interrompus aux endroits *n h*, *p o*, *p v*, et qu'on y introduise l'appareil qui vient d'être exposé, pour fermer les conducteurs partiels, en mettant les extrémités libres en rapport avec les lamelles marquées de la même lettre majuscule. Si les lames se trouvent dans la position première, la communication métallique primitive continuera même pendant la rotation du cylindre du chronomètre. Si elles sont portées à la troisième position, la rotation du cylindre établira et interrompra alternativement le circuit métallique; lorsqu'elles se trouveront à la seconde position, la rotation du cylindre produira également l'interruption, mais l'interruption des conducteurs *n h*, *p o* aura lieu avant celle du conducteur *p v*, par suite de la différence (1) qui existe entre l'arc v'', et les deux autres *h*'', *o*'' qui sont égaux entre eux; de sorte que, dans cette seconde position, la révolution du cylindre en 12'' déterminera, dans les circuits des fig. 14 et 16, des interruptions semblables à celles que produirait une balle qui

(1) La différence est de $\frac{1}{12}$ de circonférence, puisque $\frac{210}{360} = \frac{7}{12}$ est comparé à la demi-circonférence $= \frac{6}{12}$.

emploierait 1" pour parcourir l'espace qui sépare les deux cibles B et B', et cela avec la plus parfaite exactitude.

Supposons donc, pour l'expérience, qu'on introduise cet appareil dans le système de conducteurs, fig. 14 ou 16, de la manière qui a été indiquée, et avec l'appareil à décomposition de l'eau au lieu de la machine électro-magnétique M, et que tout soit préparé pour le tir.

Avec les lames dans la position n° 1, on constatera l'existence de l'équilibre des courants par l'absence de toute trace de décomposition ; dans le cas contraire, on modérera le rhéostat R en observant d'abord que les bulles gazeuses n'apparaissent plus dans le voltamètre ouvert, et réglant avec le voltamètre refermé jusqu'à ce que le liquide du tube M O N (fig. 20) soit stationnaire. Cela fait, on ramène le liquide de ce tube au niveau O, puis on passe à la position n° 2, pour laquelle chaque tour du cylindre produira dans les circuits des deux cibles une interruption respective avec intervalle de 1". On observera alors le nombre l de degrés parcourus par le niveau du liquide dans l'intervalle du premier tour, au moyen de l'échelle du tube gradué M ON, puis la longueur l' correspondante au tour

suivant. Si $l = l'$, il n'y aura ni polarisation, ni absorption des gaz, ni autres causes d'erreur appréciables, puisque la décomposition est proportionnelle au temps.

Après avoir remis les lames dans la position n° 1 et préparé le voltamètre avec le liquide au niveau O dans le tube manométrique, on donne le signal du tir; son effet dans les deux cibles sera de faire monter d'une quantité h le niveau susdit qu'on lira en degrés.

La valeur du temps cherché t sera donnée par $t = 1'' \times \frac{h}{l} = \frac{h}{l}$, en prenant la seconde pour unité.

Le cylindre chronométrique nous offre le moyen de nous assurer de la simultanéité entre la rupture de chaque cible et l'action déterminée dans le voltamètre, en portant les lames à la position n° 3. En effet, par la construction de l'appareil, les circuits des cibles étant ouverts et fermés en même temps, l'équilibre devra exister dans le voltamètre, car à chaque tour les courants sont alternativement nuls et équilibrés. Cela servira à prouver :

1° Que le rhéostat a été bien réglé; 2° que mon appareil à décomposition d'eau ne donne lieu à aucune correction de temps. comme dans les au-

tres méthodes connues. Il est évident que l'expression $t = \frac{h}{l}$ est exacte indépendamment de la polarité, de l'absorption et de la température, puisqu'on est assuré que pendant des temps égaux il se produit des volumes égaux de gaz; quant aux autres causes, il n'en est plus question, car c'est pour elles qu'on cherche avant, et si l'on veut, après l'expérience du tir, la quantité décomposée dans l'unité de temps, et qu'elles ne subissent aucun changement pendant la courte durée de l'expérience.

Je me sers aussi de cet appareil chronométrique avec les chronographes électro-magnétiques. Supposons, en effet, le cylindre du chronographe en mouvement, que les styles tracent sur la surface leur courbe continue, et que le cylindre du chronomètre soit aussi en mouvement. On portera à cet effet les lames de ce dernier à la position n° 2; on leur laissera faire au moins deux révolutions, puis à la position n° 3, et enfin à celle n° 1, et on fera partir le canon. On vérifiera *à posteriori* sur le cylindre du chronographe :

1° Si les traits produits par l'intervalle isolant du cylindre chronométrique à la position n° 2 sont tous de la même grandeur, que nous nom-

merons l; si cette égalité existe, le mouvement du chronographe sera uniforme, et, partant, dans les conditions requises.

2° La différence entre les traits, s'il en existe, qui correspondent à la position n° 3 du chronomètre, indiquant un intervalle de temps correspondant à un arc ω (rapporté à l'unité de l) dans le mouvement des styles, représentera la correction positive ou négative du temps du mouvement des styles qui sera requise par la construction même de l'instrument, etc.

3° Quand on a la valeur de h ou de l'arc compris entre les traits des styles correspondants aux ruptures des cibles, on possède tous les éléments nécessaires pour la mesure du temps, qui sera donnée par $t = \frac{h \pm \omega}{l \pm \omega}$, sans avoir besoin de connaître la valeur absolue de la vitesse du cylindre chronographique, ni aucune autre considération quelconque.

En introduisant, au moyen d'un distributeur spécial, que j'omets de décrire, l'appareil chronométrique dans les différents circuits déjà établis sur le terrain, on pourra préparer tout ce qui est nécessaire pour obtenir dans une même expé-

rience la vitesse du projectile en plusieurs points de sa trajectoire.

On pourrait croire que les avantages de l'instrument, qui donne la mesure directe du temps par la décomposition de l'eau sans d'autres fonctions d'ordre mécanique, sont illusoires, puisqu'il faut recourir à un appareil tout à fait mécanique, comme le chronomètre, pour traduire en nombres l'expression $T = \frac{h}{l}$. Mais je ferai observer :

1° Qu'en dernière analyse le temps même dans les phénomènes astronomiques est rapporté aux indications du chronomètre pour des intervalles beaucoup plus considérables, et par conséquent avec un coefficient d'erreur proportionnel.

2° Qu'un chronomètre comme celui que je propose, lequel indique aussi les temps au moyen d'aiguilles, donnera certainement une exactitude très-grande, si l'on observe qu'en se contentant d'une approximation de 1‴ sur 24 heures, l'erreur serait de $\frac{1}{5184000}$ de seconde pour une durée de 1″.

Le chronomètre est donc l'instrument le plus parfait qui, dans l'état actuel de la mécanique, possède le degré d'une exactitude suffisante; mais seulement aux conditions dans lesquelles je m'en sers, c'est-à-dire en mesurant des périodes

de temps égaux et déterminées *à priori*. Pour cela j'ai expressément rapproché le cylindre NP de la roue même d'échappement, qui est la seule roue de la machine, pour qu'à chaque tour il soit toujours en des circonstances périodiques d'uniformité ; de plus on a rendu la force motrice constante en faisant recharger le ressort B par le mécanisme même à chaque tour de cylindre, et cette force est très-énergique, afin d'obtenir une vitesse de détente très-rapide relativement à celle du pendule ou du balancier.

Pour être plus bref je néglige les procédés nécessaires pour obtenir l'exactitude pratique, particulièrement pour limiter la grandeur des roues du cylindre chronométrique en relation des lamelles. Ces procédés sont tous prévus, et je me bornerai à observer que l'on obtient cette précision d'une manière analogue à ce qui se pratique pour les instruments d'optique, c'est-à-dire par des modérations successives, démontrés *à posteriori* avec des instruments amplificateurs.

J'omets d'autres observations sur le mécanisme représenté dans la figure. Ce n'est pas le seul projet de chronomètre que je puisse proposer pour cet usage ; car j'en pourrais produire un fondé sur l'électricité même, et à force constante, quelle

que soit l'intensité du courant ; il est un cas particulier de l'horloge électrique que j'espère avoir conduit à une conclusion.

CONCLUSION.

Si l'on compare la petite masse, la simplicité, la mobilité des appareils électriques à celles du pendule balistique, et l'opération de réunir quelques fils dans les cibles (1) à celle de changer des masses de plomb ou des barils de sable, enfin les dépenses des matières consommées, si l'on remarque qu'on a remplacé la suspension très-difficile de la bouche à feu dans le pendule par l'usage des pièces sur leur affût, si l'on reconnaît qu'avec les méthodes électriques on peut évaluer la vitesse du projectile sous un angle de projection quelconque, et pour plusieurs points de la trajectoire dans le même coup ; qu'en changeant seulement les cibles, le même appareil peut servir pour toutes les bouches à feu, y comprises les armes portatives, enfin qu'on n'aurait plus à tenir compte des constantes, ou pour mieux dire des inconstantes, qui changent si facilement de valeur, et sont si difficiles à constater ; que

l'instrument indique par lui-même le degré d'exactitude obtenue. Si l'on réfléchit à la simplicité des calculs, et surtout à la propriété de l'appareil à décomposition de l'eau de ne pas être affecté par les vibrations produites par l'explosion, j'espère qu'on voudra conclure en faveur des applications électriques, soit pour épargner les premières dépenses, celles de main-d'œuvre et de consommation, soit pour la facilité de la manœuvre et pour la vasteté du champ des expériences, soit enfin pour la précision rigoureuse, et qu'on n'hésitera pas à conclure à remplacer dans l'artillerie le pendule de Robins par l'un de ces systèmes, particulièrement par le dernier que j'ai proposé.

BESSOLO ALEXANDRE,
Lieutenant d'artillerie dans l'armée sarde.

Turin, 12 mars 1854.

RECHERCHES

SUR LA THÉORIE

DE LA FORCE DE LA POUDRE

DANS L'ÉTAT ACTUEL DE LA PHYSIQUE DES GAZ

Octobre 1856.

Ce Mémoire a pour objet d'essayer d'introduire, dans l'explication de la force de la poudre, les nouvelles notions, récemment acquises, sur quelques-unes des propriétés physiques des gaz dont cette force dépend. Il est divisé en cinq parties.

Dans la première partie, on s'attache à déduire de ce que l'on sait aujourd'hui, touchant la nature des produits de la combustion de la poudre et leurs proportions relatives, quelque

donnée chimique plausible, pour la faire servir de base à l'explication de la force engendrée par cette combustion.

La deuxième partie est un résumé circonstancié des propriétés physiques connues de ceux des produits dont on vient de parler, qui sont gazeux, avec quelques réflexions propres à éclairer les questions que l'on a en vue de résoudre.

La troisième partie présente de courtes réflexions sur la mesure de la quantité de chaleur dégagée dans le phénomène qui nous occupe, ainsi que sur la différence des rôles que joue cette quantité de chaleur, selon que le phénomène se passe dans une capacité ouverte ou dans une capacité fermée.

Dans la quatrième partie, on montre jusqu'à quel degré les principes posés dans les trois premières suffisent à rendre compte des effets de la poudre brûlant dans des espaces fermés qu'elle remplissait plus ou moins complétement.

La cinquième partie, enfin, n'est qu'une récapitulation pure et simple des divers sujets d'expériences et d'études ultérieures à faire sur la question traitée, qui ont été signalés çà et là dans le cours du mémoire.

PREMIÈRE PARTIE.

Sur la nature et les proportions relatives des produits de la combustion de la poudre.

§ Ier. Les chimistes qui se sont occupés de recherches sur la nature des produits de la combustion de la poudre, sont d'accord pour reconnaître :

1° Que ces produits sont sujets à varier dans certaines limites, selon les circonstances dans lesquelles se trouvait la poudre, comme aussi selon les circonstances dans lesquelles la combustion s'est effectuée :

2° Qu'en opérant avec de la poudre grenée, bien sèche, et dans des circonstances autant analogues que possible à ce qui a lieu dans les armes à feu, ceux des produits qui sont gazeux à la température et à la pression ordinaires de l'atmosphère sont, dans l'ordre de prédominance :

L'acide carbonique,
L'azote,
L'oxyde de carbone ;

3° Que les produits gazeux accidentels, ou se montrant concurremment avec les précédents, et ordinairement en petites quantités, dans d'autres circonstances, consistent en

Gaz nitreux ou bi-oxyde d'azote,
Hydrogène sulfuré,
Hydrogène carboné,
Vapeur d'eau.

A l'égard des produits solides (dont les expériences de Rumford semblent attester qu'ils ont tous été un instant à l'état de vapeurs dans les circonstances où ce physicien opérait), on les a toujours trouvés composés de

Sulfure de potassium,
Sulfate de potasse,
Carbonate de potasse,

en quantités variables; plus quelques parcelles de soufre et de charbon, dont la présence peut s'expliquer, soit en les considérant comme échap-

pés à la combustion, soit comme ayant fait partie, à une haute température, de produits sulfurés et carbonés, non susceptibles de subsister à la température et à la pression ordinaires de l'air.

§ 2. Les chimistes ne se sont pas bornés à rechercher la nature des différents produits gazeux ou solides : ils ont aussi essayé de déterminer la quantité de chacun d'eux. Mais, à cet égard, les méthodes employées n'ont pas été, jusqu'ici, de nature à conduire à des résultats satisfaisants, surtout en ce qui regarde les produits gazeux. On en aura la preuve en voyant à quelle conséquence inadmissible conduirait l'adoption pure et simple du résultat obtenu par Gay-Lussac, dont le nom, cependant, rappelle tout ce qu'il y a de plus habile et de plus exact dans les sciences expérimentales. Hâtons-nous d'ajouter que son travail, sur cette matière (1), remonte à 1823, et qu'il ne l'a jamais publié, ce qui suffit à faire présumer qu'il était le premier à le considérer comme n'ayant pas atteint le but pour lequel il avait été entrepris.

(1) *Rapport au Comité des poudres et salpêtres*, février 1823. Nous n'avons pas vu nous-même ce rapport et n'en parlons que d'après le peu qu'en dit M. le général Piobert, dans son ouvrage mentionné dans le texte. Il se peut donc que nous ayons quelquefois méconnu, à notre insçu, la pensée de Gay-Lussac.

« Gay-Lussac (dit M. le général Piobert, dans « son *Traité des Effets et Propriétés de la pou-* « *dre*) a fait brûler un litre de poudre de chasse, « du poids de 900 grammes, dans l'appareil qu'il « avait imaginé pour analyser les substances vé- « gétales. La poudre tombait par petites portions « dans un tube chauffé au rouge, et disposé pour « recueillir le gaz. Il a obtenu ainsi un mélange « gazeux cubant 450 litres à la température de « 0°, et sous la pression de 0 m. 76 de mercure. « Ce mélange de gaz, analysé sur 100 parties, « a donné :

52,6 d'acide carbonique,
5,0 d'oxyde de carbone,
42,4 d'azote. »

§ 3. Il est aisé de se convaincre qu'une cause d'erreur très-grave a dû s'introduire dans ces résultats; et cela, selon toute apparence, pour avoir mesuré le volume gazeux à une température assez élevée pour qu'il pût s'y trouver encore certain gaz ou certaine vapeur qui n'y était plus quand on a fait l'analyse. Pour justifier cette assertion, remarquons d'abord que la composition de 100 parties du mélange gazeux ana-

lysé par Gay-Lussac donne, pour la composition des 450 litres ramenés à 0° et 0 m. 76 de mercure, savoir :

236 lit.	7	d'acide carbonique,
22,	5	d'oxyde de carbone,
190,	8	d'azote.
450,	»	

Maintenant, si l'on se rappelle qu'un litre de chacun de ces gaz pèse, dans les mêmes circonstances de température et de pression que ci-dessus, 1 gr. 977, 1 gr. 252 et 1 gr. 256 respectivement, on aura pour les quantités de ces trois gaz, fournies par les 900 grammes de poudre de chasse, savoir :

467 gr.	96	d'acide carbonique,
28,	17	d'oxyde de carbone,
239,	74	d'azote,

et en tout 735 gr., 87 de produits gazeux.

Or, il est visible qu'une telle proportion pondérale des trois gaz trouvés par l'analyse est beaucoup trop forte, puisqu'en l'admettant, il ne resterait que 164 gr. 13 pour la somme des

poids des différents produits solides, alors que le potassium seul contenu dans les 900 gr. de poudre employés, et qui est la base commune de ces produits, ne pèse pas moins de 271 gr. 68.

On ne peut donc faire aucun usage immédiat, pour l'explication des effets de la poudre, de l'évaluation des gaz fournis par sa combustion, qui se déduit de l'expérience de Gay-Lussac (1). Cependant, en admettant (ce que la grande habileté de ce physicien rend extrêmement probable) qu'aucune erreur de manipulation ne se soit glissée dans l'analyse proprement dite des gaz restés après le refroidissement, il peut sembler, au premier abord, que cette expérience, par cela seul qu'elle indique les proportions relatives de ces gaz, soit susceptible de faire découvrir par le raisonnement, les quantités réelles qu'il y en avait, au moins avec un degré d'approximation suffi-

(1) Il serait à désirer que quelque habile chimistes d'aujourd'hui entreprit un travail analogue à celui que fit Gay-Lussac en 1823. Depuis ce temps, les méthodes analytiques se sont perfectionnées, surtout en ce qui regarde la détermination de l'eau et de l'acide carbonique, qu'on pèse après les avoir fait absorber, la première par du chlorure de calcium ou de l'acide sulfurique; le second, par de la potasse caustique. Ainsi serait évitée la principale cause d'erreur sur laquelle nous avons appelé l'attention; et il y a lieu de présumer que les résultats d'une nouvelle expérience ainsi conduite, ne laisserait plus rien à désirer.

sant pour nos besoins. Quant à moi, j'avoue que, dans cette pensée, je me suis livré à d'assez longs calculs dont, à la vérité, j'ai renoncé depuis à faire usage, mais dont, néanmoins, je crois utile de dire un mot ici, par la raison que les considérations sur lesquelles ils reposaient me paraissent éminemment propres à bien faire ressortir le vice inhérent à la méthode d'analyse employée par Gay-Lussac.

§ 4. En considérant d'une part : que la quantité d'azote contenue dans les 900 gr. de poudre employés devait être (vu la composition de cette poudre (1) de 97 gr. 17 formant 77 lit. 36 à la température de 0° et sous la pression de 0 m. 76 de mercure;

Et d'autre part : que cette matière, dans l'expérience de Gay-Lussac, s'est dégagée tout entière du salpêtre, sans entrer dans aucune combinaison nouvelle,

Je me suis dit que la cause, quelle qu'elle fût, qui en avait fait trouver 239 gr. 84, avait dû produire des effets proportionnels sur l'acide carbonique et sur l'oxyde de carbone; c'est-à-dire

(1) Pour 200 parties en poids, 78 parties de salpêtre, 12 de charbon, 10 de soufre.

avait dû en faire paraître les quatités plus grandes qu'elles n'étaient, dans le même rapport de 97, 17 à 239, 74, en sorte qu'il devait suffire, pour obtenir les vraies quantités de ces deux gaz, de multiplier celles qui ont été précédemment indiquées (en poids ou en volumes) par le rapport $\frac{97,17}{239,74}$

En effectuant ces calculs, on trouve :

Pour l'acide carbonique, 189 gr. 67 ou 95 lit. 94.
Pour l'oxyde de carbone, 11, 40 ou 9, 10.

D'où, pour le volume total des gaz, 182 lit. 40;

Enfin, pour le volume du gaz disparu dans le refroidissement, 267 lit. 60.

Ce dernier résultat si considérable, joint au résultat si faible obtenu pour l'acide carbonique, eu égard aux considérations les plus plausibles fondées sur la composition de la poudre, m'ont naturellement conduit à penser qu'une part notable du volume gazeux disparu devait consister en acide carbonique, absorbé par les produits solidifiés, et surtout par le carbonate de potasse, sous l'influence de l'eau, dont il ne m'a pas été difficile non plus de comprendre qu'elle devait entrer aussi pour une part très-considérable dans le volume disparu à cause de la nature rousse

(c'est-à-dire hydrogénée) du charbon des poudres de chasse (1).

§ 5. Cela posé, comme le carbonate neutre de potasse, en présence de l'eau et du gaz acide carbonique, absorbe une quantité de ce gaz égale à celle qu'il contient déjà, pour se constituer en bicarbonate de potasse, on voit que la question de savoir quelle avait été la quantité de gaz acide carbonique disparue par le seul effet de cette absorption, revient à connaître quelle était la quantité de carbonate neutre de potasse qui avait été produite. Malheureusement, à cet égard, on manque encore aujourd'hui d'une donnée expérimentale suffisamment précise, et ce ne serait qu'en entrant dans le champ des hypothèses qu'il serait possible de conduire la question plus loin; de plus, comme après ces calculs hypothétiques, on aurait encore à rendre compte de la disparition d'une autre partie d'acide carbonique et de celle d'autres gaz, par l'effet de la simple absorption de la part de l'eau et des corps poreux en présence, il m'a semblé plus sage de renoncer à une entreprise dont les ré-

(1) Il est notoire que cette espèce de charbon était déjà en usage en France dès avant 1823, pour les poudres de chasse

sultats ne sauraient jamais inspirer un suffisant degré de confiance. D'ailleurs, l'objet de ces calculs étant simplement d'arriver à une donnée plausible pour l'explication de la force de la poudre telle qu'elle s'est manifestée dans les expériences de Rumford, il m'a semblé que vouloir, sans un avantage évident, baser ces explications sur les propriétés d'une poudre autre que celle qui avait servi dans ces expériences, deviendrait une chose injustifiable, et que même ce serait méconnaître les limites dans lesquelles M. le général Piobert a pu concevoir l'idée d'étendre, à des poudres différentes de celle dont Rumfort s'est servi, la formule donnée par ce physicien pour exprimer la relation qui, dans ses expériences, liait les forces développées par différentes charges, aux poids de ces charges rapportés à celui de la charge qui remplissait le petit canon d'essai.

§ 6. J'ai donc entrepris de chercher dans la composition même, et dans la densité gravimétrique de la poudre de Rumford, la base dont j'aurais à me servir. Mais comme il n'existe aucun renseignement ni sur les quantités absolues ni sur les proportions relatives des gaz développés dans la combustion de cette poudre, j'ai

dû me contenter de déterminations purement théoriques. Dans ces recherches j'ai fait abstraction, pour plus de simplicité, de plusieurs éléments imparfaitement déterminés. Ainsi, j'ai supposé que la poudre était parfaitement sèche, et que son charbon était tout entier à l'état de carbone, ce que j'ai pu faire sans grande erreur, attendu qu'en 1792 (date des expériences) et avant, on ne pratiquait encore nulle part la carbonisation en vase clos, qui permet d'obtenir des charbons plus ou moins hydrogénés. J'ai aussi négligé de tenir compte d'une certaine quantité d'azote et d'oxygène de l'air atmosphérique qui devaient non-seulement être contenus dans les interstices des grains, mais encore exister, sous un certain état de condensation, dans la masse même des grains, en vertu de la force absorbante du charbon.

La poudre employée par Rumford avait une densité gravimétrique de 1077 (celle de l'eau étant 1000); et sa composition sur 100 parties, était de 67,3 de salpêtre, 17,3 de soufre, 15,4 de charbon. Considérant un poids de cette poudre représenté par 1077 (ce qui revient à prendre pour unité de poids la millième partie du poids de l'eau distillée de même volume que cette

quantité de poudre), j'ai trouvé pour la composition de ces 1077 parties, savoir :

Salpêtre 724,821	potassium	280,515		
	oxygène.	343,979		
	azote. . .	100,327		1077,000
Soufre.		186,321		
Charbon ou carbone. . .		165,858		

Cela posé, j'ai admis (1) :

1° Que la totalité du soufre se combinait avec la quantité de potassium nécessaire pour constituer un pentasulfure KS^5 ayant par conséquent pour poids 186,321 + 91,167 = 277,488.

2° Que la totalité de potassium restant s'unissait aux quantités de carbone et d'oxygène nécessaires pour former du carbonate neutre de potasse ayant pour formule $KO, CO^2 = KCO^3$ et pesant, par conséquent 189,348 + 29,023 + 116,093 = 334,464.

3° Que la totalité de l'oxygène restant s'unissait d'abord à la quantité de carbone nécessaire pour former de l'acide carbonique CO^2 pesant par conséquent 227,886+85,457=313,343;

(1) Pour tous les calculs ci-après mentionnés, j'ai supposé aux équivalents chimiques de l'oxigène, du potassium, du soufre, du charbon, les valeurs suivantes : 489,30, 200,75, respectivement.

mais que ultérieurement une petite partie de cet acide était convertie en oxyde de carbone CO par l'action d'une certaine quantité de carbone prise sur les 51,378 parties restant encore disponibles.

4° Qu'on pouvait fixer approximativement à 295 parties la quantité d'acide carbonique subsistante après cette dernière réaction, de manière à n'en avoir qu'environ 18,343 parties pour servir de base à la détermination de la quantité d'oxyde de carbone CO produite, en sorte qu'on obtient immédiatement ce dernier gaz, en ajoutant aux 18,343 parties d'acide carbonique un poids de carbone égal à celui qu'elles renferment déjà, c'est-à-dire 5,002; ce qui donne pour l'oxyde de carbone 18,343+5,002= 23,345. Le lecteur au courant de la question chimique qui nous occupe ici ne manquera pas de remarquer: 1° que le rapport de ce résultat à la quantité d'acide carbonique précédemment admise comme subsistante, est assez conforme à celui que les recherches des chimistes ont toujours indiqué 2° qu'il satisfait à la triple condition de tenir compte et du grand excès de carbone que nous avions ici, et de la haute température produite dans les expériences de Rumford, et enfin du

grand excès réel de charbon qui paraît avoir eu lieu dans ces expériences, à en juger par ce que dit Rumford de la couleur très-noire de ses résidus après qu'ils avaient été exposés à l'air. (Voir à la fin de la IV[e] partie de ce mémoire, § 41).

DEUXIÈME PARTIE

—

Résumé des propriétés physiques des produits gazeux de la combustion de la poudre.

§ 7. Nous avons dit, au commencement de ce travail, quels étaient les gaz au nombre de six (eu omettant la vapeur d'eau) trouvés par les chimistes, parmi les produits de la combustion de la poudre. Dans ce nombre, trois : l'*azote*, le *bioxyde-d'azote*, et l'*oxyde de carbone*, soumis à des pressions croissantes jusqu'à la limite de 100 atmosphères, et à des froids très-intenses, n'ont pu être liquéfiés. Les trois autres : l'*acide carbonique*, l'*hydrogène sulfuré* et l'*hydrogène carboné*, ont pu l'être sous diverses pressions bien inférieures à 100 atmosphères, agissant concurremment avec des températures plus ou moins basses.

Nous étudierons d'abord ces six matières sous leur forme gazeuse, et nous le ferons en commun, en leur adjoignant même quelques au-

tres gaz, en vue de répandre plus de clarté sur les idées que suggèrent les variations de leurs propriétés analogues; nous dirons ensuite ce que l'on sait des propriétés des trois dernières de ces matières sous leur forme liquide.

§ 8. *Dilatabilité des gaz par la chaleur.*

La connaissance des lois suivant lesquelles se fait la dilatation des gaz par la chaleur est indispensable pour pouvoir calculer les changements de volume qu'ils tendent à prendre instantanément dans les changements de température ; et par là, la grandeur des efforts exercés par eux contre les corps qui s'opposent à ces changements de volume. On n'avait jusque dans ces derniers temps que des notions fort inexactes sur cette matière : on croyait que tous les gaz se dilataient également par la chaleur; que le coefficient de cette dilatation pour 100° C entre 0° et 100° était de 0,375; et enfin que ce coefficient était indépendant de la pression supportée par le gaz. Aucun de ces principes n'est rigoureusement exact, ainsi qu'on peut le voir par l'examen du petit tableau ci-après, où sont rapportées les valeurs du coefficient de la dilatation de

différents gaz sous des pressions variables, d'après les expériences de M. Régnault.

NOMS DES GAZ.	Coefficients de la dilatation entre 0° et 100° c. sous une pression de :			
	1/2 atm.	1 atm.	1 1/4 at.	3 1/3 at.
Acide carbonique......	0.369	0.371	»	0.385
Acide sulfureux........	0.367	0.390	0.398	» »
Air..................	0.3665	0.367	»	0.369
Azote................	0.3668	» »	»	» »
Cyanogène...........	0.368	0.388	»	» »
Hydrogène...........	0.36678	0.36613	»	0.36616
Oxyde de carbone.....	» »	0.367	»	» »
Protoxyde d'azote.....	» »	0 372	»	» »

L'inspection de ces chiffres fait voir que sur les huit gaz soumis aux expériences, les quatre seulement qui n'ont pas encore pu être liquéfiés (l'air, l'azote, l'hydrogène et l'oxyde de carbone) ont sensiblement un même coefficient de dilatation sous la pression ordinaire de l'atmosphère, savoir : 0,367 ; mais que les petites différences négligeables qui existent entre eux, pour cette pression, deviennent plus sensibles à mesure que la pression augmente. Il est regrettable pour nous que M. Regnault n'ait pas expérimenté sur l'azote et l'oxyde de carbone à des pressions élevées. Cela nous eût, sans doute, ap-

pris que ces deux gaz de la poudre ont, comme l'acide carbonique, l'acide sulfureux, l'air et l'hydrogène, des dilatations croissantes avec la pression, et nous eût éclairé sur la marche de l'accroissement.

A l'égard des quatre gaz du tableau, qui ont pu être liquéfiés (l'acide carbonique, l'acide sulfureux, le cyanogène, et le protoxyde d'azote), on remarque que leurs coefficients de dilatation sont notablement plus forts que ceux des précédents; que ces coefficients diffèrent aussi davantage entre eux; et enfin qu'ils varient plus rapidement à mesure que la pression augmente.

Pour mettre en plus grande évidence le fait important de l'accroissement progressif des coefficients de la dilatation des gaz, à mesure que la pression qu'ils supportent augmente, nous rapporterons encore deux tableaux tirés des résultats de M. Regnault, l'un relatif à l'air atmosphérique, l'autre à l'acide carbonique.

Tableau des dilatations de l'air entre 0° et 100° c., sous diverses pressions.

Pressions.		Dilatations.
à 0°	à 100°	
109mm 72	149mm 31	0.36482
174 36	237 17	0.36573
266 06	395 07	0.36542
374 67	510 38	0.36587
375 23	510 97	0.36572
760 00	» »	0.36650
1678 40	2286 09	0.36760
1692 53	2306 23	0.36800
2144 18	2924 04	0.36894
3655 56	4992 09	0.37091

Tableau des dilatations de l'acide carbonique entre 0° et 100° c. sous diverses pressions.

Pressions.		Dilatations.
à 0°	à 100°	
758mm 47	1036mm 54	0.36856
901 09	1230 37	0.36943
1742 73	2387 72	0.37523
3589 07	4759 03	0.38598

§ 9. — *Compressibilité des gaz.*

Pour cette propriété aussi, la physique des gaz

a fait récemment des progrès dont il importe de tenir compte. On admettait jusque dans ces derniers temps que tous les gaz suivent, dans leurs changements de volume déterminés par des changements de pression (la température restant la même), une loi uniforme, loi dite *de Mariotte,* en vertu de laquelle les volumes étaient censés toujours inversement proportionnels aux pressions supportées. Cette loi reconnue vraie pour l'air, par Arago et Dulong, jusqu'à la pression de 27 atmosphères, et dont on a lieu de croire (d'après M. Pouillet), qu'elle s'étend au moins jusqu'à 50 atmosphères sans altération sensible, pour ce gaz, cesse, au contraire, d'être exacte, sous des pressions même peu considérables, pour la plupart des autres gaz. Parmi ceux de la poudre, l'azote et l'oxyde de carbone sont les seuls qui se compriment exactement de la même manière que l'air, sous toutes les pressions, jusqu'à la limite de 100 atmosphères, au-delà de laquelle la compression n'a pas été poussée. Les autres se compriment suivant des lois plus rapides, même à partir de pressions fort éloignées de celles qui correspondent à la liquéfaction. Nous extrayons de la physique de M. Pouillet (1844) les principaux résultats des recherches expé-

rimentales faites à ce sujet par ce physicien.

1° Jusqu'à 100 atmosphères, l'oxygène, l'azote, l'hydrogène, le bioxyde d'azote et l'oxyde de carbone suivent la même loi de compression que l'air atmosphérique.

2° Le gaz sulfureux, le gaz ammoniac, l'acide carbonique et le protoxyde d'azote commencent à être notablement plus compressibles que l'air dès que leur volume est réduit au tiers ou au quart, et l'on ne peut pas douter que pour des changements de volume encore moindres, il ne soit possible de constater que déjà ils s'écartent de la loi de Mariotte.

3° L'hydrogène protocarburé et l'hydrogène bicarburé ne se liquéfient pas sous la pression de 100 atmosphères, la température étant de 8 à 10° C; et cependant ils ont une compressibilité sensiblement plus grande que celle de l'air.

4° L'acide carbonique s'est liquéfié sous la pression de 45 atmosphères, la température étant de 10°. Dans cette liquéfaction (et aussi dans celles de tous les autres gaz, que M. Pouillet a obtenues, ce physicien a toujours pu augmenter beaucoup la pression sans que la totalité du gaz passât à l'état liquide; et cependant il regarde comme certain qu'il n'y avait ni air, ni gaz per-

manent mélangé avec le gaz soumis à l'expérience. M. Pouillet n'ayant donné aucune explication de ce fait, je hasarderai d'indiquer comme pouvant en être cause le dégagement de chaleur qui accompagne nécessairement la compression tant du gaz que du liquide formé (voir plus loin, § 15), dégagement de chaleur d'où doit résulter une augmentation de la tension du gaz, et par suite une plus grande résistance à la compression.

Le tableau suivant donne, pour quatre gaz liquéfiables, une idée des variations de leurs lois de compression, relativement à la loi de Mariotte.

Pressions en atmosph.	Rapport du volume observé sous chaque pression au volume calculé d'après la loi de Mariotte.			
	Pour l'acide carboni.	Pour le protoxyde d'azote.	Pour l'hydrogène protocarbon.	Pour l'hydrogène bicarboné.
1	1	1	1	1
2	1	0.996	0.998	0.994
4	1	0.988	0.995	0.989
5	0.989	0.983	0.992	0.986
6.67	0.980	0.971	0.989	0.983
10	0.965	0.956	0.981	0.972
15.38	0.934	0.923	0.949	0.962
20	0.919	0.896	0.956	0.955
25	0.880	0.849	0.951	0.948
33.3	0.808	0.787	0.951	0.931
40	8.739	0.732	0.940	0.919
50	»	»	0.907	0.899
83	»	»	»	0.850

§ 10. *Densités et capacités calorifiques.*

On a déjà vu (dans la première partie de ce mémoire) que la densité et le poids absolu de l'unité de volume des gaz produits dans la combustion de la poudre étaient utiles à connaître pour pouvoir déduire leur volume de leur poids, ou réciproquement. Mais là ne se borne pas l'utilité de cette connaissance, car il est clair qu'elle s'étend aussi au calcul de la force impulsive des gaz qui dépend tout à la fois de leur masse et de leur vitesse.

A l'égard de la capacité calorifique, et plus particulièrement du rapport invariable de la capacité sous pression constante à la capacité sous volume constant, on verra plus loin qu'il y a également un certain intérêt à posséder les valeurs numériques de cette espèce de propriété, pour pouvoir se rendre compte et de la haute température qui accompagne la combustion de la poudre dans un espace fermé invariable, et de certains effets de refroidissement qui se manifestent dans le même phénomène.

Nous réunissons donc ces diverses données dans un seul et même tableau, en y comprenant même quelques gaz étrangers aux produits de la com-

bustion de la poudre, afin de répandre plus de lumière sur la matière.

NOMS DES GAZ.	A la température de 0° et sous la pression de 0m76 de mercure.		Capacité calorifique sous la pression de 0m76 de muercure, rapportée à celle de l'eau.	Rapport des capacités calorifi. sous pression constante et sous volume constant.
	Pesanteur spécifique rapportée à celle de l'air.	Poids de 1 lit. de gaz en grammes.		
Acide carbonique	1.529	1.977	0.2210	1.539
Acide sulfureux	2.232	2.889	»	»
Air	1.000	1.2932	0.2669	1.421
Azote	0.97137	1.256	0.2734	»
Cyanogène	1 8064	2.306	»	»
Hydrogène	0.06928	0.08996	3.2936	1.407
Hydrogène bicarboné	0.9852	1.274	0.4207	1.240
Hydrogène protocarboné	0.556	0.719	»	»
Hydrogène sulfuré	1.1912	1.540	»	»
Oxydes d'azote { proto	1.5269	1.975	0.2369	1.343
Oxydes d'azote { deuto	1.039	1.344	»	»
Oxyde de carbone	0.967	1.252	0.2884	1.428

§ 11. Après ce résumé de celles des propriétés physiques des gaz auxquelles il importe d'avoir égard dans la théorie de la force de la poudre, nous allons résumer de même ce que l'on sait des propriétés particulières de l'acide carbonique, de l'hydrogène bicarboné, et de l'hydrogène sulfuré, à l'état liquide. Pour ces deux

derniers corps, notre tâche se réduira à fort peu de chose.

L'*hydrogène bicarboné* n'a encore pu être observé sous forme liquide qu'en exposant à une température d'environ 90°C. un tube de verre contenant le gaz soumis à une pression de 35 à 40 atmosphères. Nous avons vu précédemment (§ 9) qu'on n'avait pas pu le liquéfier à une température de 8 à 10°C, sous une pression de 100 atmosphères, bien qu'il se comprimât plus que l'air. Il y a donc tout lieu de présumer que ce gaz ne résisterait pas, aux températures ordinaires, à une pression peu supérieure à 100 atmosphères.

§ 12. L'hydrogène sulfuré a été liquéfié à —16°C sous la pression de 14 atmosphères; et aussi à + 10° C sous celle de 17 atmosphères (Physique de M. Pouillet, 1844). Dans cet état, il est incolore, doué d'une grande fluidité, et a une densité de 0,900.

L'augmentation de 3 atmosphères dans la tension de sa vapeur, pour un intervalle de 26°C, n'indique, en moyenne, pour l'accroissement de tension par chaque degré, que 0 at. 1231, et donnerait par conséquent pour la tension à 0°, à très-peu près, 16 atmosphères.

Admettons ce chiffre, et servons-nous-en pour calculer le poids du liquide provenant de la condensation de 16 litres de gaz à 0° en un seul sous une pression de 16 atmosphères, afin de le comparer au poids d'un litre du même liquide, qui se déduit de sa pesanteur spécifique. Nous aurons pour le premier de ces deux poids 16 × 1 gr., 1912 = 19 gr. 0592, et pour le second, 900 gr. De là on doit conclure que l'hydrogène sulfuré, en se liquéfiant à 0° sous une pression de 16 atmosphères, éprouve une condensation par suite de laquelle le volume qu'il occupe, dans cet état (celui de 19 gr. 0592, ou 0 lit. 021) n'est que la 48e partie de celui dans lequel il a été comprimé à l'état gazeux, (si tant est que l'on puisse évaluer ici cette compression d'après la loi de Mariotte).

Cette condensation est grande, sans doute; toutefois elle l'est beaucoup moins que celle de la vapeur d'eau, qui à 0°, dans l'état de saturation, n'occupe pas moins de 1243 fois le volume de l'eau à 0°, ou, plus exactement parlant, à son maximum de densité. Cette différence tient évidemment à la grande densité de la vapeur de l'hydrogène sulfuré, à l'état de saturation, comparativement à celle de la vapeur d'eau, la pre-

mière étant de 0, 01906 alors que la deuxième n'est que de 0, 0008044. Si donc il en est de la densité de la vapeur de l'hydrogène sulfuré, à l'état de saturation à toutes les températures, comme de celle de la vapeur d'eau, c'est-à-dire, si cette densité croît avec la température, il doit arriver beaucoup plus tôt à ce liquide qu'à l'eau, de se réduire totalement en vapeur dans l'espace même qu'il occupait à l'état liquide, ou dans un espace fort peu différent.

Mais c'est trop longtemps nous arrêter sur un liquide dont on n'a presque pas encore étudié les propriétés, physiques, et qui d'ailleurs (fort heureusement) n'entre jamais que pour une très-minime partie dans les produits de la combustion de la poudre.

§ 13. Passons donc à l'acide carbonique que l'on connaît beaucoup mieux, et qui forme la majeure partie des produits gazeux de la poudre.

Tensions observées à diverses températures.

L'acide carbonique a été observé à l'état liquide, dans les circonstances combinées de température et de pression ci-après :

Températures en degrés centésimaux	Pressions en Atmosphères.	Auteurs consultés.
— 30°	18	MM. Regnault (1849).
— 20	26	Thilorier (1835).
— 11	20	Pouillet (1844).
— 10	27	Regnault (1849).
0	36	Tous.
+ 5	40	Pelouze et Fremy (1848).
+ 10	44.5	Id.
+ 15	50	Id.
+ 20	56.5	Id.
+ 25	64.5	Id.
+ 30	73.5	Id.

L'inspection de ces nombres fait voir que les tensions des vapeurs de l'acide carbonique sont très-considérables à des températures peu élevées; et de plus, en mettant de côté, à cause de leur incertitude, les observations faites au-dessous de 0°, autres que celle qui répond à — 30°, laquelle est susceptible d'être observée très-exactement, à cause de la facilité de fixer invariablement cette température à l'aide d'un mélange frigorifique, il est aisé de reconnaître (surtout en s'aidant d'une construction graphique), que les accroissements des tensions suivent une

progression plus rapide que les degrés de chaleur, analogue à celle des tensions de la vapeur d'eau pour des températures croissantes.

§ 14. *Dilatabilité.*

Le liquide incolore dans lequel se condense le gaz acide carbonique présente le phénomène, jusqu'ici unique, d'une dilatabilité plus grande même que celle du plus dilatable des gaz. En effet, Thilorier a reconnu (1) qu'en passant de 0° à 30°, dans le tube fermé qui le renferme, le volume primitif de l'acide carbonique liquide augmentait dans le rapport de 20 à 29, ce qui donnerait pour coefficient moyen de la dilatation, entre ces deux limites rapprochées de la température $\frac{9}{20}$ = 0,45, et, par conséquent, pour chaque degré, 0,015, au lieu de 0,00398 que donne le plus fort des coefficients de la dilatation des gaz jusqu'ici observés. (Voir le § 9.) Si, à l'aide de ce coefficient 0,015 supposé constant, on voulait déduire ce que deviendrait, par exemple, à 100° la longueur d'une colonne d'acide carbonique liquide contenue dans un tube cylindrique, et représentée par l à 0°, on trou-

(1) Note à l'Académie des sciences, du 6 octobre 1835.

verait sur-le-champ, en nommant l' la longueur cherchée, $l' = l\,(1+1,50) = 2,50\,l$.

Mais la plus légère attention suffit pour faire reconnaître que la dilatation dont on vient de parler n'est qu'une *dilatation apparente,* bien difficile, dans l'état actuel de la science, à corriger de plusieurs causes d'erreurs qui tendent de diverses manières à la faire différer de la *dilatation vraie.* Sans parler ici de la dilatation des parois du tube (que l'on sait très-bien corriger), parce qu'elle est peu considérable eu égard à la dilatation du liquide, et aux autres causes d'erreurs auxquelles je fais allusion, je mentionnerai parmi celles-ci : 1° la précipitation à l'état liquide d'une certaine quantité de vapeur, due à la diminution de l'espace vide, à mesure que la colonne liquide s'allonge; cette première cause tend à faire paraître la dilatation plus grande qu'elle ne l'est; 2° l'émission par le liquide, à mesure qu'il s'échauffe, d'une nouvelle quantité de vapeur plus dense que celle qui existait d'abord, pour porter le nouvel espace vide à un nouvel état de saturation, ce qui tend, par conséquent, à produire un effet inverse du précédent; 3° la compression des parois du tube de l'intérieur à l'extérieur, dont l'effet s'ajoute à

celui de la dilatation de ces parois pour augmenter les dimensions intérieures, et faire paraître la dilatation du liquide moindre qu'elle ne l'est; 4° enfin, peut-être la compressibilité du liquide, dont nous allons parler dans le paragraphe suivant.

§ 15. *Compressibilité.*

L'acide carbonique liquide jouit d'une compressibilité très-grande, mille fois plus grande, dit Thilorier (1), que celle de l'eau, ce qui la porterait à environ 0,045 de son volume pour une atmosphère. Il pourrait sembler, d'après cela, qu'il fallût aussi ranger la compression du liquide par sa vapeur au nombre des causes qui tendent à compliquer l'observation de la dilatation. Que si l'on objectait à ce raisonnement qu'une telle compression ne saurait être suivie d'effet sur le volume du liquide, qu'autant que la vapeur aurait été préalablement condensée tout entière en liquide, faute d'un espace suffisant pour la contenir; et que, par conséquent, c'est moins la vapeur qui exercerait la compression que la résistance de la paroi du tube, dans le cas où le liquide l'aurait atteinte avant d'être

(1) Note à l'Académie des sciences, du 3 août 1836.

arrivé au terme de sa dilatation, on pourrait répondre que, dans l'un et l'autre cas, toute compression subie par le liquide aurait pour conséquence un dégagement de chaleur, duquel résulterait une augmentation de la tension, avec émission spontanée de nouvelle vapeur. Dans cette manière de voir, il y aurait impossibilité de voir disparaître entièrement la vapeur, et les choses se passeraient comme dans les expériences de M. Pouillet, mentionnées au § 9.

§ 16. *Densité.*

Ce que nous avons dit plus haut, de la grande dilatabilité, et de la grande compressibilité de l'acide carbonique liquide, fait prévoir que sa densité doit être extrêmement variable avec la température et avec la pression. Thilorier, en effet, dans sa première note sur cet acide (1), dit de cette densité que : égale à 0,83 (celle de l'eau étant prise pour unité), à la température de 0°, elle varie depuis 0,90 jusqu'à 0,60, entre les limites de température de — 20° et de + 30°.c. MM. Pelouze et Frémy, dans leur *Traité de*

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences, séance du 5 octobre 1835.

chimie (1848), donnent pour la densité à 0°, 0, 838; et M. Regnault, dans la sienne (1849), indique les deux valeurs de 0, 98 à — 8°, et de 0, 72 à + 20°, toujours en prenant pour unité la densité de l'eau à 0°. Nous ajouterons à ces données d'observation, le petit tableau suivant de résultats calculés d'après la marche des dilatations, calculées elles-mêmes comme il a été dit plus haut au § 14, et en partant de la densité observée à 0°.

Températures.	Volumes.	Densités.
0°	1	0.838
10	1.15	0.729
20	1.30	0.645
30	1.45	0.578
40	1.60	0.524
50	1.75	0.479
60	1.90	0.441
70	2.05	0.409
80	3.20	0.381
90	2.35	0.357
100	2.50	0.335
120	2.80	0.299
140	3.10	0.270
160	3.40	0.240

§ 17. *Condensation de l'acide carbonique gazeux au moment de la liquéfaction, et mesure approximative de ses densités maxima aux diverses températu-*

res pour lesquelles on connaît les tensions correspondantes.

Nous avons vu qu'un litre de gaz acide carbonique à la température de 0°, et sous la pression de 0m76 de mercure, pesait 1 gr. 977. D'après cela, en comprimant 36 litres de ce gaz en un seul à la température de 0°, sous une pression de 36 atmosphères, les 36 litres de gaz deviendront un liquide du poids de 36 × 1 gr. 977 = 71 gr. 172. Mais la densité de ce liquide à 0° étant, d'après l'expérience, de 0,838, autrement dit, un litre de ce liquide pesant 838 grammes, il s'ensuit qu'il y a, au moment de la liquéfaction à 0°, une condensation qui, en admettant provisoirement que l'acide carbonique gazeux obéit dans ses compressions à la loi de Mariotte, réduit le volume dans le rapport de 838 à 71,172 ou de 11,774 à 1.

On voit en outre que, dans cette même hypothèse, la densité de sa vapeur, à l'état de saturation à 0°, serait de 0, 071072, celle de l'eau à 0° étant prise pour unité.

Enfin, on pourrait encore conclure de ce qui précède, que (toujours dans la même hypothèse) le rapport du volume du liquide à 0° à celui de sa vapeur dans l'état de saturation à cette même

température, serait l'inverse de celui qui nous a donné plus haut la mesure de la condensation, c'est-à-dire [illegible] $= \frac{1}{11,774} =$ 0,08493.

§ 18. Bien que ces divers résultats ne puissent être considérés que comme des approximations, puisqu'ils supposent que les volumes d'une même quantité de gaz acide carbonique, soumise à diverses pressions, sont inversement proportionnels à ces pressions, loi que les progrès récents de la physique ont prouvé ne lui être pas rigoureusement applicable (§ 9), nous avons cru devoir, néanmoins, effectuer des calculs analogues pour les densités maxima à toutes les températures pour lesquelles les tensions correspondantes de l'acide carbonique ont été déterminées; et nous avons en outre calculé aussi la condensation qui accompagne la liquéfaction du gaz soumis à la pression de 73 at. 5 à la température de + 30°, pour laquelle Thilorier a donné la valeur de la densité de l'acide liquide. Enfin, nous avons pareillement calculé ces deux quantités pour la température de + 27° c,. pour laquelle M. Regnault, d'une part, a donné la valeur 0,720 de la densité de l'acide liquide, et nous-mêmes, d'un autre côté, avons intercalé la va-

leur 67 at. 9 de la densité maxima, au moyen d'une formule dont il sera parlé plus loin (§ 21).

Les divers résultats de ces calculs sont réunis dans le tableau suivant, qui n'a besoin d'aucune autre explication, si ce n'est que, pour obtenir le point de départ du calcul de la densité de l'acide gazeux comprimé, aux diverses températures considérées, nous avons adopté pour coefficient de sa dilatation, sous la pression de l'atmosphère, le chiffre 0,00371 par chaque degré c. (§ 8).

Températures en degrés centésimaux.	Valeurs approximatives calculées	
	de la condensation de l'acide carbonique au moment de sa liquéfaction et du rapport de son volume à l'état liquide à son volume à l'état de vapeur saturée, la température étant la même.	de la densité de la vapeur d'acide carbonique à l'état de saturation, celle de l'eau à 0° étant prise pour unité.
— 30	»	0.039546
0	[illegible] = [illegible] = 0,08493	0.071172
+ 5	»	0.077640
+ 10	»	0.084829
+ 15	»	0.093640
+ 20	»	0.104583
+ 25	»	0.116809
+ 27	[illegible] = [illegible] = 0,16826	6.122064
+ 30	[illegible] = [illegible] = 0,21793	0.130756

De ces divers résultats de calculs, deux seulement, jusqu'à présent, sont susceptibles d'être comparés à des résultats d'observations : ce sont les deux qui, dans la deuxième colonne du tableau, se rapportent aux températures de 0° et de + 30°, pour lesquelles Thilorier a indiqué, dans les termes suivants, les rapports du volume de l'acide carbonique liquide à celui de sa vapeur à l'état de saturation.

« Si l'on élève la température d'un tube ren-
» fermant une tranche d'acide carbonique liqué-
» fié, ce liquide entre en ébullition, et l'espace
» qui existe au-dessus du liquide est saturé d'une
» quantité de vapeur d'autant plus grande que
» la température est plus élevée. A + 30° c. la
» quantité de liquide à 0°, nécessaire pour satu-
» rer l'espace vide, est représentée par une tran-
» che de liquide égale au tiers de l'espace dans
» lequel s'est opérée la vaporisation. A 0°, la
» tranche du liquide de saturation est seulement
» de $\frac{1}{12}$ de l'espace saturé. »

Pour la température de 0°, la différence entre le résultat $\frac{1}{11,77}$ = 0, 08493 de notre calcul, et celui de l'observation de Thilorier, $\frac{1}{12}$ = 0,08333, est assez faible pour constituer, en apparence, un accord très-satisfaisant. Mais il est à remar-

quer que si l'on essaie d'améliorer le premier d'entre eux, en tenant compte, autant que possible, de la plus grande diminution de volume subie par l'acide sous la pression de 36 atmosphères, comparativement à celle qui résulte de la loi de Mariotte, ce résultat, loin de tendre vers un plus grand accord avec celui de l'observation, s'en éloigne, au contraire, davantage. En effet, on voit dans le tableau du § 9, qu'à la température de 8 à 10° C., le volume de l'acide carbonique soumis à une pression de 33 at. 3 est les 0, 81 environ de celui que lui assignerait la loi de Mariotte. Si donc on suppose, par approximation, que cette proportion de l'écart de la loi de compressibilité reste le même dans le cas d'une pression plus forte de 2 at. 67, mais d'une température de 8 à 10° c. de moins, le poids 71 gr. 172 du gaz comprimé par 36 atmosphères à 0° n'occuperait qu'un volume de 0 lit. 81, au lieu de celui de 1 litre que nous lui avions supposé, ce qui lui assignerait une densité de 0, 087867 et donnerait par conséquent, pour le rapport des volumes de l'acide liquide à 0°, et de sa vapeur à la même température et à l'état de saturation, [illegible] = [illegible] = 0,10485.

Dans ce nouvel état du résultat du calcul, la

différence en plus qu'il présente relativement au résultat de l'observation, est assez grande pour qu'il fût désirable de pouvoir s'assurer si elle est dans la limite de l'erreur que Thilorier a pu commettre, par suite de la difficulté d'éviter l'effet de vaporisation dans la mesure du volume qu'elle est censée occuper à l'état de saturation. Malheureusement, Thilorier n'a donné (que nous sachions, du moins) aucun détail sur la manière dont il a procédé à ces deux mesures.

Pour la température de 30°, la différence brute entre le résultat du calcul et celui de l'observation est beaucoup plus grande que celle qui vient de nous occuper; et, de plus, elle a lieu en sens inverse; c'est-à-dire qu'ici c'est le résultat de l'observation qui l'emporte sur celui du calcul. En outre, nous n'avons plus ici, quant à présent, aucun moyen de tenir compte approximativement dans le calcul de l'effet dû à la différence entre la loi particulière de compressibilité de l'acide carbonique gazeux et la loi de Mariotte, parce qu'il est très-probable que la loi de compressibilité observée par M. Pouillet, pour des températures ordinaires, se modifie sensiblement à mesure que la température du gaz change.

Dans ces conjonctures, nous nous bornerons

à faire remarquer, au sujet de la différence en sens inverse entre le résultat du calcul et celui de l'observation pour le cas de la température + 30°, que cette différence pourrait fort bien n'avoir eu d'autre cause qu'un effet de dilatation de la part du liquide non vaporisé, effet qui, en rétrécissant l'espace dans lequel la vapeur saturée a été mesurée, et occasionnant par là même la précipitation d'une certaine quantité de vapeur à l'état liquide, aura, par ces deux causes réunies, fait paraître l'espace de saturation plus petit qu'il n'aurait été sans cela.

§ 19. Mais il est une remarque générale à faire ici sur les valeurs réelles des densités maxima de la vapeur d'acide carbonique à toutes les températures indiquées dans la première colonne du tableau; c'est qu'elles doivent toutes être considérées comme sensiblement plus grandés que ne le sont les résultats de nos calculs; et cela, par des raisons analogues à celles qui, dans la correction que nous avons faite à la valeur calculée pour la température de 0°, nous a prouvé qu'il en était ainsi pour ce cas. C'est donc faute de posséder aujourd'hui les moyens de faire les corrections désirables à toutes ces valeurs,

que nous les conservons provisoirement (comme approximatives) telles que nous les avons obtenues, afin de nous en servir à quelques investigations ultérieures. C'est assez dire qu'il conviendra de ne pas perdre de vue la présente remarque quand il s'agira d'apprécier les conséquences qui se déduiront de nos études.

Nous nous sommes un peu étendu sur le sujet du présent article, à cause de son importance, désirant appeler sur lui l'attention particulière des physiciens et des savants de l'artillerie. Ce que nous allons dire dans les cinq paragraphes suivants fera mieux comprendre l'utilité qu'il y aurait que l'on possédât des notions plus certaines que celles que l'on a aujourd'hui sur la question des densités maxima des vapeurs d'acide carbonique, et la relation de ces densités aux tensions correspondantes.

§ 20, *Comparaison des tensions de l'.cide carboniqueliquide à diverses températures aux forces élastiques de l'acide gazeux déduites par la loi de Mariotte.*

Nous avons déjà fait remarquer que les tensions maxima de l'acide carbonique à diverses températures suivaient une loi croissante, ana-

logue à celle qui lie les tensions maxima de la vapeur aqueuse aux températures correspondantes. Nous avons eu la curiosité de comparer, dans le tableau suivant, ces tensions à celles qui auraient lieu si l'acide carbonique était un gaz permanent obéissant dans ses compressions à la loi de Mariotte. A cet effet, on a calculé les forces élastiques que donnerait cette loi d'après les valeurs précédemment calculées des densités de l'acide carbonique, et en partant de la tension observée à — 30° c. La dernière colonne du tableau ci-après, qui présente les résultats de la comparaison, montre qu'il en est encore ici de l'acide carbonique comme de l'eau, c'est-à-dire que les tensions réelles sont toutes plus grandes que les tensions calculées, et d'autant plus grandes que la température est plus élevée.

Températures en degrés centésimaux.	Tensions en atmosphères		Différences.
	observées.	calculées d'après la loi de Mariotte, en partant des densités calculées dans le § 18 et de la tension observée à — 30°.	
— 30°	18	18.000	0.000
0	35	32.395	+ 3.605
+ 5	40	35.339	+ 4.661
+ 10	44.5	38.605	+ 5.895
+ 15	50	42 622	+ 7.378
+ 20	56.5	47.603	+ 8.897
+ 25	64.5	53.167	+11.355
+ 30	73.5	59.545	+13.985

Nous n'avons pas besoin, sans doute, d'avertir le lecteur que les différences ici observées disparaîtraient probablement si, aux densités calculées d'après la loi de Mariotte, nous avions pu substituer celles qui résultent de la véritable loi de compressibilité de l'acide carbonique gazeux.

§ 21. *Formule empirique donnant les tensions de l'acide carbonique à toutes les températures supérieures à 30° C,*

Comme nous pourrons avoir besoin, par la suite, de connaître, au moins approximativement, les tensions de l'acide carbonique correspondant

à des températures supérieures à + 30° c., nous avons établi (par la méthode des coefficients indéterminés) une formule empirique à quatre termes représentant suffisamment bien les résultats de l'observation. Voici cette formule obtenue en faisant servir à la détermination des quatre coefficients, les trois premières et la dernière des observations du tableau ci-dessus.

$$f = 36 + 0{,}74072\,t + 0{,}01083\,t^2 + 0{,}00020476\,t^3;$$

En calculant, à l'aide de cette formule, les tensions correspondantes aux quatre autres températures pour lesquelles on les connaît, on voit par le tableau ci-après que les différences entre les résultats du calcul et ceux de l'observation ne portent que sur des quantités tout à fait négligeables :

Températures en degrés centésimaux.	Tensions en atmosphères.		Différences.
	Observées	Calculées d'après la formule empirique.	
— 30°	18	18	0.000
0	36	36	0.000
+ 5	40	40	0.000
+ 10	44.5	44.695	— 0.195
+ 15	50	50.239	— 0.239
+ 20	56.5	56.782	— 0.282
+ 25	64.5	64.486	+ 0.014
+ 30	73.5	73.50	0.000

ce qui nous a enhardi à calculer de même les tensions qu'elle indique pour quelques températures élevées. Or, voici ce que nous avons trouvé :

A 40° —	86 at.	A 100° —	429 at.
50 —	125	200 —	2255
60 —	164	300 —	6761
70 —	211	400 —	15170
80 —	269	500 —	28729
90 —	340	1000 —	216310

Ce prodigieux accroissement de force élastique de la vapeur d'acide carbonique, à l'état de saturation pour des températures jusqu'ici considérées comme étant dans les limites de celles qui se produisent pendant la combustion de la poudre, doit faire attacher un certain intérêt à connaître jusqu'à quel point l'acide carbonique peut exister à l'état de saturation dans les espaces où la poudre brûle. C'est pour atteindre ce but que nous nous sommes livrés à quelques calculs que nous devons expliquer avant d'en déduire des conséquences.

§ 22. *Formule empirique prolongeant à toute température supérieure à* 30° *la loi des densités maxima approximatives calculées entre* — 30° *et* + 30° *C; et conséquences qui s'en déduisent.*

Nous avons commencé par dresser, à l'aide de

quatre des densités de la vapeur d'acide carbonique à l'état de saturation, approximativement calculées dans le § 18, pour des températures comprises entre — 30° et + 30° c., une formule empirique à quatre termes que voici :

$$d = 0{,}071172 + 0{,}0010716\,t + 0{,}000028875\,t^2 + 0{,}00000005367\,t^3.$$

puis, après nous être assuré qu'elle représentait assez approximativement celles des densités mentionnées qui n'ont pas été employées à sa construction, nous l'avons fait servir à calculer une série de densités de la vapeur d'acide carbonique, à l'état de saturation, pour des températures de plus en plus élevées. Les résultats de ces calculs qui forment une série rapidement croissante avec la température (comme on devait s'y attendre à raison de l'accroissement rapide des tensions ci-dessus remarqué), sont consignés dans la deuxième colonne du tableau suivant. A côté on a inscrit, dans la troisième colonne, la série décroissante des densités de l'acide carbonique liquide, calculées pour les mêmes températures dans le § 16. Notre but, en faisant un tel rapprochement, était surtout d'acquérir quelque lumière touchant le degré de chaleur auquel correspondrait le terme d'égalité dans les deux séries. On

voit par le tableau que d'après nos calculs la correspondance aurait lieu vers le 81° degré centi-

Températures en dégrés centésimaux.	La densité de l'eau à 0° étant prise pour unité.	
	Densité des vapeurs d'acide carbonique à l'état de saturation, calculées par la formule empirique precitée.	Densité de l'acide carbonique liquide, calculée d'après le coefficient de dilatation de 0° à + 30°, en partant de la densité 0,838 observée à 0.
50°	0.204	0.479
60	0.251	0.441
70	0.306	0.409
80	0.369	0.381
81	0.376	0.378
90	0.441	0.357
100	0.520	0.335
150	1.063	0.258
200	1.870	0.209
300	4.443	0.152
400	8.555	0.120
500	14.534	0.099
1000	81.688	0.052

grade, et que la valeur commune de la densité de la vapeur et du liquide serait sensiblement de 0,377.

Je sais bien qu'on ne peut faire aucun fond sur l'exactitude absolue de ces valeurs numériques, tant par suite de l'observation du § 19, qu'à cause de l'incertitude qui existe sur les véritables va-

leurs des coefficients de dilatation de l'acide carbonique liquide et gazeux, aux températures élevées (§§ 8, 11, 18); mais ce que je crois pouvoir regarder comme dès à présent démontré, c'est que le point d'égalité de la densité de l'acide liquide, et de sa vapeur à l'état de saturation, est très-peu élevé dans l'échelle des températures, qu'il est certainement inférieur au point de l'ébullition de l'eau sous la pression atmosphérique, puisque outre les considérations présentées ci-dessus, il est présumable que le coefficient de la dilatation de l'acide carbonique liquide augmente avec la température, et que, par conséquent, la densité de ce liquide décroît d'une manière plus rapide que ne l'indiquent les nombres de la troisième colonne du tableau.

§ 23. Un mot d'explication paraît ici nécessaire pour justifier l'intérêt que nous avons mis à connaître, au moins approximativement, la température du point d'égalité entre la densité du liquide, et celle de sa vapeur à l'état de saturation. On le comprendra sans peine, si l'on veut bien considérer que cette température est celle à laquelle le liquide tend à se transformer tout entier en vapeur, et au-delà de laquelle celle-ci ne sau-

rait plus parvenir à l'état de saturation, à moins que la résistance opposée à sa force élastique non-seulement ne l'emporte sur elle, mais encore ne soit disposée de manière à prendre un rôle actif (le rôle de puissance), par suite duquel elle aurait pour effet de diminuer de plus en plus l'espace dans lequel le liquide et sa vapeur seraient renfermés. Dans un tel cas, il est à présumer que le liquide continuerait, malgré l'élévation croissante de sa température, d'avoir la même densité que sa vapeur, c'est-à-dire qu'il prendrait une densité croissante, en vertu de sa compressibilité (§ 15). On ne pense pas qu'un pareil cas puisse jamais se présenter dans la pratique de l'artillerie à cause du vent et de la lumière des bouches à feu, et de la faiblesse relative de la résistance à vaincre; ce cas ne saurait non plus se présenter dans les expériences d'explosions de mines ou de projectiles creux; il n'a pu même se produire dans les expériences bien connues de Rumfort de 1792 et 1793, puisque la résistance, quelque grande qu'elle fût, ne pouvait jamais prendre son point d'application plus bas que la tranche du petit canon dans lequel elles se faisaient. Mais on conçoit très-bien la possibilité de le réaliser dans de nouvelles expériences analogues à celles de Rum-

fort, que l'on entreprendrait avec l'appareil proposé par M. le général Piobert dans son *Traité des propriétés et des effets de la poudre*; car il suffirait pour cela de substituer aux tiges d'acier munies d'arrêtoirs, interposées entre la poudre et la résistance, des tiges sans arrêtoirs qui transmettraient toujours intégralement à la poudre ou à ses produits la pression occasionnée par le poids de la résistance.

Hors ce cas, dans lequel la résistance extrêmement grande agirait directement à la manière d'un piston contre les gaz de la poudre et tendrait à les coercer dans un espace toujours moindre, il n'y a pas lieu de penser que l'on puisse réaliser jamais les densités de vapeur ou gaz de la poudre plus grandes que n'était la densité de la poudre elle-même. D'après cette remarque, les grandes densités des vapeurs d'acide carbonique qui, dans notre dernier tableau, répondent aux températures de 150° et plus, ne doivent être regardées que comme exprimant des tendances, et ne sont jusque-là que de véritables abstractions mathématiques.

§ 24. Cela ne veut pas dire toutefois qu'on ne puisse obtenir avec l'acide carbonique les grandes tensions qui correspondent à quelques-unes de

ces densités non réalisables; mais alors ce n'est plus en vertu de la grande densité qu'on les obtiendrait, mais en vertu d'une plus grande force d'expansion provenant de la dilatation sous l'influence d'une température suffisamment élevée. Ces réflexions nous avertissent de porter maintenant notre attention sur la marche de la tension de la vapeur quand elle est arrivée, faute de liquide, à sa densité maxima, et qu'elle commence à se dilater par suite des accroissements de température qu'elle continue de recevoir.

D'après ce que nous ont appris les expériences de M. Regnault (§ 9), le coefficient de la dilatation de l'acide carbonique gazeux, qui n'est que de 0,369 pour cent degrés, sous la pression de l'atmosphère, est déjà de 0,386 sous celle de 4 at. 722. Il est donc très-probable qu'il continue d'augmenter pour les pressions beaucoup plus élevées, en sorte que les accroissements de tension de ce gaz, résultant de sa dilatation, sont beaucoup plus considérables que ne seraient ceux d'un gaz permanent, ou seulement d'un gaz plus éloigné que lui du terme de sa liquéfaction, dans les mêmes circonstances de pression. Nous aurions peut-être dû essayer d'éclaircir cette question en calculant, à l'aide des quatre coefficients

de la dilatation de l'acide carbonique contenus dans le dernier tableau du § 8, une formule empirique au moyen de laquelle nous aurions ensuite calculé ceux qui répondent à des pressions beaucoup plus grandes. Nous nous en sommes abstenus tant à cause de ce que de tels calculs ont en eux de fastidieux, que parce que (ainsi que nous en avons fait la remarque à la suite du tableau ci-dessus mentionné) il n'est pas impossible que le coefficient de la dilatation ne varie aussi avec la température, ce qui aurait rendu notre travail tout-à-fait inutile. Nous nous en tiendrons donc pour le moment aux simples indications vagues qui précèdent, sauf à aller plus loin, à l'aide de quelque hypothèse, quand nous en viendrons aux applications.

§ 25. *Refroidissement produit par l'expansion subite de l'acide carbonique liquide à l'état de vapeur.*

L'expérience a appris que le refroidissement produit par le passage rapide de l'acide carbonique de l'état liquide à l'état gazeux, sous la pression de l'atmosphère, pouvait être évalué à environ 100° c. au-dessous de 0, nonobstant la température relativement élevée du milieu traversé par le courant gazeux, ainsi que du ther-

momètre sur lequel se fait l'observation. Dans tous les cas, il est assez considérable pour déterminer la congélation de la vapeur acide qui le subit, laquelle se condense alors tout à coup sous forme d'une matière floconneuse, légère, blanche comme de la neige, et se dissipant ensuite assez lentement à l'air sans laisser aucun résidu.

Lorsque cette expérience est faite à la température de 8 à 10° c., le tiers environ de l'acide liquide est congelé ; à 30° on en obtient, selon Thilorier, dix fois moins environ qu'à 0°.

La cause de ce refroidissement est, comme on sait, inhérente à l'absorption de chaleur qui a lieu de la part de la vapeur acide, lorsque, en se dilatant, sa capacité calorifique augmente tout à coup dans une proportion considérable. Poisson a exprimé par une formule bien simple la relation qui existe entre les capacités calorifiques C et C' d'un même gaz sous deux pressions différentes P et P', lorsque l'on connaît, pour ce gaz, le rapport invariable K de sa capacité calorifique sous pression constante à sa capacité calorifique sous volume constant. Voici cette formule :

$$C' = C\left(\frac{P}{P'}\right)^{1-\frac{1}{k}}$$

En l'appliquant au cas de l'acide carbonique passant d'une pression plus ou moins supérieure à celle d'une seule atmosphère, il suffit de remplacer le nombre K par 1,339, ou $1 - \frac{1}{k}$ par 0,253, et de mettre pour le rapport $\frac{P}{P'}$ la pression supérieure que l'on considère, exprimée en atmosphères. C'est ainsi qu'ont été obtenus les résultats contenus dans le petit tableau suivant :

Pression supérieure P en atmosphères, correspondante à la capacité calorifique C supposée connue.	Augmentation de la capacité calorifique C lorsque la pression est réduite à 1 atmosphère.
36	$C' = C +$ C × 1.476
45	C × 1.620
100	C × 2.206
1.000	C × 4.741
10.000	C × 9.280
30.000	C × 12.574

La capacité calorifique du gaz acide carbonique, rapportée à celle de l'eau prise pour unité, n'a été déterminée expérimentalement que pour le cas d'une pression de 1 atmosphère ; elle est alors

de 0,2210. Mais la formule de Poisson suffit à faire connaître sa valeur pour une pression quelconque. On trouve ainsi que :

À	36 atm., elle n'est plus que de	0.0893
	45	0.0843
	100	0.0689
	1000	0.0388
	10000	0.0215
	30000	0.0163

Ces faibles valeurs de la capacité calorifique du gaz acide carbonique soumis à de hautes pressions, prouvent qu'en partant de températures égales, les effets du froid produit doivent être d'autant plus grands que la pression initiale était plus grande, puisque le gaz possédant alors moins de chaleur latente, l'abaissement de sa température aux dépens de cette chaleur latente doit plus tôt l'amener à subir les changements de nature qui dépendent de cette température.

§ 26. Mais le cas dont nous venons de parler se présente rarement ; le plus souvent, les gaz ne supportent de hautes pressions que par l'effet même d'une plus haute température à laquelle ils sont soumis. Alors on peut se demander ce qui doit arriver quand, partant de diverses pressions élevées, et des températures mêmes qui les

produisent, la détente jusqu'à la pression ordinaire de l'atmosphère se fait toujours à une seule et même température de cette atmosphère. Dans ce cas, il nous paraît rationnel d'admettre que les effets doivent être toujours les mêmes, en sorte que, par exemple, on devrait obtenir tout autant d'acide carbonique solide en faisant détendre de l'acide carbonique liquide chauffé au rouge, dans une atmosphère à la température de 10°, qu'en la faisant détendre n'étant chauffée qu'à la température précitée de 10°, toujours supposée être celle de l'atmosphère.

La différence des produits obtenus par Thilorier, en opérant à la température de 8 à 10°, et à celle de 0°, ne tend nullement à détruire ce raisonnement, puisque la température de l'atmosphère n'était pas la même dans les deux cas, en sorte que la différence des produits n'était évidemment due qu'à une plus grande dissipation ultérieure par vaporisation, dans le premier cas que dans le second.

§ 27. Cette réflexion conduit à croire que, vu la grande quantité d'acide carbonique produite dans la combustion de la poudre, il doit être possible de constater l'existence d'une partie de cet acide à l'état solide, au sortir des bouches à feu

et des fusées de guerre, surtout quand le tir a lieu par un temps froid et sec. Je dis plus : je ne serais nullement surpris d'apprendre que l'espèce de voile blanchâtre qui couvre le sol en avant des pièces, et en arrière des fusées de guerre, comme aussi celui qui couvre la tranche de la bouche et le bourrelet des bouches à feu (voile blanchâtre qui ne subsiste jamais longtemps), fût précisément l'effet d'un dépôt de parcelles très-fines d'acide carbonique solidifié.

§ 28. *Force explosive de l'acide carbonique liquide.*

Nous terminerons le présent exposé des propriétés physiques connues de l'acide carbonique liquide par quelques mots sur sa force explosive.

« Un gramme de cette substance (dit Thilo-
» rier) produit une explosion aussi forte qu'un
» même poids de poudre ; » et un peu plus loin :
» Si l'on introduit quelques décigrammes d'acide
» carbonique solidifié » (en flocons, car on ne savait encore alors le solidifier que de cette manière) « dans un petit flacon, en ayant soin de le
» boucher hermétiquement, l'intérieur se remplit
» d'une vapeur épaisse et le bouchon ne tarde
» pas à être chassé avec violence. »

A ces deux observations nous ajouterons que l'on a d'ailleurs acquis, d'une manière bien déplorable, la preuve de la grande force explosive de l'acide carbonique liquide dans l'accident arrivé au laboratoire de l'Ecole de pharmacie. Pour avoir ajouté un peu trop rapidement, au mélange de bicarbonate de soude et d'eau, contenu dans l'appareil, l'acide sulfurique destiné à dégager l'acide carbonique du sel, l'appareil, nonobstant sa force déjà bien des fois éprouvée, s'est brisé en éclats dont l'un a frappé mortellement le préparateur.

En rapportant ici ces différents faits de force explosive de l'acide carbonique liquide, notre but est principalement d'appeler l'attention sur la question de savoir s'il n'y aurait pas moyen de tirer parti de cette force, soit pour l'explosion des mines, soit pour la construction de quelque nouvelle espèce d'arme à vent, comme serait, par exemple, un fusil de rempart ayant les avantages de ne point s'encrasser, de n'avoir pas besoin de lumière ni de batterie à feu, de pouvoir disposer, pour chasser les balles, d'une force de 45 à 50 atmosphères en été, et d'environ 36 atmosphères en hiver, de pouvoir renouveler facilement son magasin d'acide carbonique au moyen

de réservoirs de rechange, s'ajustant à vis, et qu'on remplirait sans nulle peine à proximité des emplacements du tir, etc. Nous ne nous arrêterons pas néanmoins à développer les idées qui nous sont venues sur les moyens de réaliser ces conceptions, parce qu'il ne nous a pas été donné de pouvoir en soumettre aucune à la vérification de l'expérience. Ces idées, au surplus, ne manqueront pas de se présenter d'elles-mêmes à quiconque voudrait s'occuper sérieusement de la question.

TROISIÈME PARTIE.

—

Réflexions sur la quantité de chaleur dégagée pendant la combustion de la poudre.

§ 29. En voyant, dans le § 21, les énormes tensions que l'acide carbonique est susceptible de contracter à des températures manifestement inférieures à celles auxquelles les gaz de la poudre peuvent être exposés, on pouvait croire, au premier abord, que c'était désormais une question à peu près sans intérêt pour l'artillerie, que celle d'une appréciation aussi exacte que possible du plus haut degré de chaleur produit dans la déflagration de la poudre. On pouvait le croire, dis-je, parce qu'il semble, à la première vue, que rien ne doive être plus aisé que de rendre compte, à l'aide de ces énormes tensions, de tous les effets connus de la poudre, y compris ceux qui furent observés par Rumford dans ses expériences de 1792 et 1793. Mais, en y regar-

dant de plus près dans les §§ 22 et 23, nous avons reconnu que ces grandes tensions supposent des densités des vapeurs d'acide carbonique impossibles à réaliser autrement que par le secours d'une température assez élevée pour faire jouer un rôle actif très important aux produits solides de la déflagration, soit en les dilatant, soit en les gazéifiant momentanément. Dès lors, la question que nous voulons ici examiner, acquiert au contraire le plus grand intérêt, et réclame toute notre attention.

§ 30. La détermination exacte de cette quantité de chaleur constitue une opération des plus difficiles, à raison de la nature gazeuse des produits ou d'une partie des produits de la combustion, et surtout à raison de la force extrême avec laquelle les gaz se dilatent ou tendent à se dilater.

Pour obtenir le maximum de chaleur produite, et la mesurer dans un calorimètre, il faudrait brûler la poudre dans un vase fermé de toutes parts, qui en serait complétement rempli, et qui serait doué d'une résistance à toute épreuve. Il faudrait, en outre, connaître la capacité calorifique de la matière de ce vase. Il faudrait, enfin, pouvoir mettre le feu à la poudre par un moyen

qui, non-seulement ne donnerait pas d'issue aux gaz, mais encore n'affaiblirait nulle part l'éprouvette au point d'en faire craindre la rupture, et n'introduirait pas de cause d'erreur dans les résultats de l'opération.

L'ensemble de ces conditions est-il réalisable? C'est ce que l'expérience seule pourrait nous apprendre. Le plus prudent serait de ne procéder à ces recherches que par voie progressive, de la même manière que Rumfort l'a fait pour la mesure de la force de la poudre, c'est-à-dire, en commençant par de très-petites charges n'occupant qu'un très-petit espace dans l'éprouvette, en sorte que les gaz auraient une certaine latitude pour se dilater. On augmenterait ensuite graduellement les charges, ce qui diminuerait peu à peu l'espace de dilatation, ou augmenterait la densité des gaz. Et en continuant de cette manière aussi longtemps que l'on pourrait le faire, il arriverait, ou que l'on pourrait aller jusqu'à remplir entièrement la capacité de l'éprouvette, et alors le problème serait résolu directement, ou bien que l'on serait obligé de s'arrêter avant la fin, et, dans ce cas, les résultats acquis pour les charges moindres, étant liés entre eux par quelque formule empirique convenable, per-

mettraient encore d'atteindre le but de la recherche par une voie indirecte.

§ 31. De Saluces a cherché à acquérir une idée de la chaleur dégagée dans la combustion de la poudre, en l'employant à fondre divers métaux. Mais, dans ses expériences faites au fond de creusets, il paraît n'avoir pas indiqué (1) les poids des métaux soumis à la fusion, en sorte qu'il serait difficile de rien conclure de positif de ses résultats. De plus, les creusets laissaient naturellement les gaz complétement libres de se détendre sous la seule pression de l'atmosphère, en sorte que ceux-ci ont dû absorber, en se dilatant, une part considérable de la chaleur produite. Aussi, de Saluces n'a-t-il obtenu qu'avec peine la fusion du cuivre, et cela, en renouvelant jusqu'à six fois les projections de poudre. Comme il paraît résulter des déterminations les plus récentes de la température de la fusion du cuivre qu'elle peut être évaluée à environ 1000°C, on aurait donc là, à peu près une limite supérieure de l'effet calorifique de la poudre brûlant à découvert.

(1) Je n'ai connaissance des expériences de De Saluces que par l'extrait qu'en a donné Texier de Norbek dans ses *Recherches sur l'artillerie*.

Il est à remarquer que ce chiffre de 1000°C est aussi à peu près celui auquel on arrive, mais comme limite inférieure, quand on considère que l'oxyde de carbone est toujours au nombre des produits gazeux (§ 1). Car on sait que ce gaz ne se forme jamais, dans la combustion du charbon, qu'autant que la température atteint au moins le rouge vif, ou arrive pour le moins à 1000° C.

§ 32. Il est extrêmement probable qu'on obtiendrait de bien plus grands effets de chaleur de la méthode employée par de Saluces, si l'on opérait la combustion de la poudre dans une capacité fermée, comme on l'a dit plus haut. Il faudrait alors placer dans l'intérieur, au milieu de la poudre, des poids connus de fils plus ou moins fins d'or, de platine ou d'autre métal difficile à fondre, et inattaquable par les matières au milieu desquelles il serait plongé.

§ 33. Appliquant ce que nous venons de dire à ce qui se passe au fond des diverses espèces d'armes à feu, comme aussi au fond d'appareils quelconques employés à mesurer la force de la poudre, on comprendra que, dans notre manière de voir, l'élévation de la température dans l'emplacement primitif de la charge doive être très-

différente selon que les premiers gaz produits sont plus ou moins libres de se dilater; car en se dilatant, les gaz emportent nécessairement avec eux, à l'état latent, une partie de la chaleur qui avait d'abord été mise en liberté; c'est par conséquent autant de pris sur la température initiale de la masse entière des produits, et l'abaissement de température provenant de cette cause doit être proportionnel à la quantité dont les gaz se sont dilatés, toutes choses égales d'ailleurs. On doit ainsi conclure de là que tels effets de chaleur qui ne pourraient avoir lieu en vase ouvert, pourraient au contraire se produire dans la combustion en vase parfaitement clos, et cela d'autant plus que le vase aurait été plus complétement rempli par la poudre.

§ 34. De tous les faits connus capables de répandre quelque lumière sur la question de la quantité de chaleur dégagée dans la combustion de la poudre, celui qui en donne l'idée la plus haute, est le fait observé par Rumford, dans ses expériences de 1792 et de 1793, et consistant dans l'absence de tout résidu solide sur le fond même de son éprouvette, fond qui en était toujours le point le plus échauffé. On ne peut guère douter, d'après cette remarque, que le dépôt des

résidus ne s'effectuait jamais, dans ces expériences, comme se serait fait celui d'une matière solide tenue d'abord en suspension, mais était toujours l'effet du passage à l'état solide d'une matière préalablement à l'état de vapeur, passage qui ne s'opère que là où la température nécessaire à l'état de vapeur n'existe pas ou n'existe plus. Dans cette manière de voir, l'évaluation approximative du minimum de la température à laquelle se trouve élevée la masse entière des produits de la poudre, serait ramenée à celle de la température nécessaire pour volatiser la plus réfractaire des matières qui les composent, sinon de leurs éléments chimiques, dans le cas où les produits solides observés ne se formeraient que postérieurement à l'explosion, et lorsque déjà le refroidissement du mélange gazeux commence.

§. 35. On arrive encore à concevoir une haute idée de la chaleur dégagée dans la combustion de la poudre, en la considérant (ce que je crois permis) comme représentant la totalité de la chaleur latente que les gaz et vapeurs engendrés (y compris les vapeurs des produits solides) abandonneraient à l'état de chaleur sensible, si, étant à la tempé. ature et sous la pression ordinaire de

l'atmosphère, ils étaient tout à coup comprimés de la quantité nécessaire pour leur communiquer la force élastique qu'ils manifestent au moment de l'explosion. On a reconnu, dans l'expérience du briquet pneumatique, qu'une réduction du volume de l'air, au 5e seulement, suffit à élever assez sa température pour enflammer l'amadou, nonobstant l'absorption de chaleur qui a inévitablement lieu de la part des parois de l'instrument. Or, l'amadou exige, dit-on, 300°C pour prendre feu. Nous avons vu aussi dans le paragraphe 25 quelle grande quantité de chaleur doit être rendue libre par le gaz acide carbonique, lorsqu'en passant de la pression de 1 atmosphère à celles de 1000, 10000, 30000 atmosphères, il subit les grandes diminutions de capacité calorifique que nous avons vues.

§ 36. Nous terminerons cette 3e partie, en rappelant au lecteur l'observation depuis longtemps faite touchant la grande influence du soufre sur la production de la chaleur dans la combustion de la poudre. Il est digne de remarque que la poudre employée par Rumford, dans ses expériences ci-dessus mentionnées (§ 34), était, comparativement à nos poudres de guerre, riche en soufre, et pauvre en oxygène, source de la pro-

duction du gaz acide carbonique. Cette remarque tend à faire comprendre comment la poudre de Rumford, assez pauvre en gaz (§ 6) a pu néanmoins montrer dans les expériences les grandes forces dont il va être question dans ce qui suit.

QUATRIÈME PARTIE.

—

Essai d'explication de la force de la poudre observée par Rumford, et de quelques faits y rélatifs consignés dans son mémoire (1).

§ 37. Nous voici arrivé au moment d'aborder la tâche que nous nous sommes imposée, celle d'examiner jusqu'à quel point les nouvelles notions acquises sur la dilatabilité et la compressibilité des gaz, ainsi que sur les propriétés de l'acide carbonique liquéfié par la pression, apportent d'amélioration à l'explication de la force de la poudre, telle qu'elle a été observée par le comte de Rumford dans ses expériences de 1792.

(1) Voir les *Transactions philosophiques de la Société royale de Londres*, pour 1797, et le *Traité des Effets et propriétés de la poudre*, par le général Piobert. Paris 1847.



Nous allons voir qu'il s'en faut de beaucoup que ces nouvelles notions suffisent à donner à cette explication toute la netteté désirable, et que l'on est encore comme auparavant obligé de recourir à l'hypothèse (du reste extrêmement plausible) d'une action puissante exercée de la part des produits soi-disant solides de la déflagration.

Nos lecteurs savent déjà, par ce que nous en avons dit dans le paragraphe 6, de quelle espèce de poudre il s'agit, et quelles pouvaient être les espèces et les quantités des matières engendrées dans sa combustion. Nous devons leur rappeler ici, que suivant les résultats de celles des expériences précitées de Rumford, que l'on peut appeler *régulières*, à l'exclusion de quelques autres qui ne peuvent être qualifiées de même, la force explosive de cette poudre faisait équilibre à 29178 atmosphères, lorsque la charge du petit canon employé était celle qui en remplissait entièrement le vide intérieur.

§ 38. Cela dit, pour entreprendre de justifier notre assertion, nous commencerons par prouver qu'au moment où s'exerçait, de la part de l'ensemble des produits, cette action de 29178 atmosphères, contre l'obstacle qui s'opposait à

leur débandement, l'acide carbonique ne pouvait pas être dans un état de densité maxima, mais devait se trouver dans un état de dilatation relativement à la température qu'il supportait. En effet, s'il eût été dans un maximum de densité, la valeur numérique de cette densité maxima serait, d'après les tableaux des paragraphes 21 et 22, égale à environ 15, et répondrait à une température très-peu supérieure à 500° C. Or, il est évident que ni l'une ni l'autre de ces deux conséquences n'est admisible; car, d'une part, il est certain que la température de la combustion de la poudre est de beaucoup supérieure à 500°, et, d'autre part, comment admettre l'existence d'un corps A ayant une densité de 15, et une force expansive de 29178 atmosphères, au milieu d'un espace dont il n'occuperait que la plus minime partie, le reste étant rempli par un corps B d'une densité moyenne de 1,077 seulement (celle du corps A y compris)?

§ 39. L'acide carbonique étant donc dans un état de dilatation, voyons si les notions numériques que l'on possède aujourd'hui sur la loi de dilatation de ce gaz peuvent suffire à faire comprendre que la quantité qui en existait dans le petit canon de Rumford pût y acquérir la tem-

sion de 29178 atmosphères, sans faire interve-nir une action des produits solides, ce qui revient à supposer que ces produits n'occupaient dans le petit canon qu'environ la moitié de sa capa-cité, et laissaient libre l'autre moitié tout en-tière, pour le développement des gaz.

Nous simplifierons notre discussion, et en même temps nous nous mettrons dans le cas de pouvoir conclure à fortiori, en supposant, de plus, que la totalité des gaz, pesant ensemble 0,419 (1), était de l'acide carbonique. Dans ces suppositions, la densité de ce gaz sera de 2 × 0,419 = 0,838. Or, dans un espace saturé, une telle densité répond (d'après les tableaux rap-prochés des paragraphes 21 et 22, à une tension de 940 atmosphères; et comme la température correspondante à cet état de saturation n'est que d'environ 128° C, nous avons, pour calculer la dilatation, toute la différence de température comprise entre celle de 128° et celle de la com-bustion de la poudre dans un espace fermé qu'elle remplissait entièrement. Allons tout de suite au-

(1) Ne pas oublier que dans les calculs du § 6, auxquels nous nous référons ici, l'unité de poids est le poids de l'eau distillée remplissant l'unité de volume, et que nous avons pris l'unité de volume égale à la capacité intérieure du petit canon.

delà du possible présumable, et supposons cette différence de 3000° C; en outre, quoique la valeur la plus élevée du coefficient de la dilatation de l'acide carbonique consignée dans les tableaux de notre paragraphe 8, soit de 0,00386, ne craignons pas d'employer un coefficient beaucoup plus fort et de le porter jusqu'à 0,008. Dans ces suppositions, la tension 940 ne serait encore portée qu'à 940 (1 + 24) = 23500 atmosphères; c'est-à-dire que, nonobstant l'emploi d'une série de chiffres manifestement outrés, nous n'atteignons pas encore à la force qu'il s'agit d'expliquer.

§ 40. Ainsi il doit être regardé comme démontré que, pour arriver à l'explication de la force de la poudre observée par Rumford, il est nécessaire de faire intervenir, dans la production de cette force, une action de la part des produits réputés solides. Cette action sera-t-elle le simple effet d'une dilatation considérable de ces matières, par suite de laquelle la capacité intérieure laissée au développement des gaz se trouverait réduite à quelques centièmes seulement du volume primitif? ou bien, sera-t-elle un effet d'une tension nouvelle ajoutée par les vapeurs de ces produits à celle des gaz proprement dits?

L'une et l'autre de ces deux manières de concevoir les choses conduisent également au but, et je n'en dirai pas davantage à cet égard, après ce que j'ai déjà dit, dans la 3e partie, à propos des observations de Rumford, qui font présumer que les produits dits solides sont en réalité gazéifiés au moment de leur formation.

§ 41. Il nous resterait à expliquer diverses observations consignées dans le Mémoire de Rumford, et dont, à ma connaissance, on ne s'était pas encore suffisamment bien rendu compte jusqu'ici. Toutefois, nous n'en considérerons qu'une seule, pour abréger. Voici en quels termes elle est exposée dans l'ouvrage souvent cité de M. le général Piobert, qui ne fait ici que traduire le Mémoire Rumford.

« Ajoutons encore une seule observation relative à une apparence singulière qui accompagnait les expériences dans lesquelles le fluide élastique développé dans la combustion de la poudre restait enfermé : c'est l'aspect de l'effet singulier produit sur la face inférieure du tampon de cuir qui avait été en contact avec le fluide élastique. Lorsqu'on retirait ce tampon, on voyait sa face inférieure entière couverte d'une poudre extrêmement blanche,

» semblable à une cendre blanche très-légère,
» mais qui changeait presque instantanément,
» en passant au plus beau noir, lorsqu'elle était
» exposée à l'air. Le changement subit de cou-
» leur de cette substance, après avoir été expo-
» sée à l'air, fait présumer que la matière solide
» qu'on trouvait dans le canon n'était pas pri-
» mitivement noire, mais qu'elle le devenait
» seulement par suite de son exposition à l'air;
« la couleur gris sale qu'elle avait immédiate-
« ment après sa sortie de la cavité de l'âme à
« laquelle elle était attachée, semble confirmer
« cette supposition. »

Aujourd'hui les apparences que l'on vient de lire peuvent aisément s'expliquer, en substituant toutefois à l'idée, émise par Rumford, d'un changement produit par le contact de l'air sur la matière blanche observée, celle d'une disparition pure et simple de cette matière blanche par vaporisation, disparition à la suite de laquelle le corps sur lequel elle était d'abord déposée, se montrait avec sa couleur propre. A ce peu de mots, on comprend que, pour nous, cette matière blanche n'était autre chose que de l'acide carbonique qui, d'abord à l'état liquide dans l'intérieur de l'éprouvette, avant qu'on enlevât le

poids qui comprimait l'obturateur posé sur le tampon, se vaporisait tout-à-coup par la suppression de la pression, et déposait à la face inférieure du tampon, précédemment noircie par les crasses de la poudre, une portion d'acide carbonique solidifié, conformément à l'observation de Thilorier, maintefois renouvellée depuis, et dont il est parlé dans notre paragraphe 25.

CINQUIÈME PARTIE.

—

Récapitulation des diverses expériences dont le besoin a été signalé dans le cours de ce mémoire.

§ 42. (Dans la pensée qu'il serait utile pour l'artil'erie qu'elle eût constamment, attachée à son service, un physicien-chimiste habile, comme était naguère Gay-Lussac, afin d'étudier expérimentalement toutes les questions scientifiques qui l'intéressaient; on ne craindra pas de comprendre dans cette récapitulation, beaucoup d'expériences réputées aujourd'hui purement scientifiques.)

1. Détermination qualitative et quantitative des produits de la combustion de la poudre, dans un appareil où cette combustion s'opérerait vivement, par petites parties, comme dans l'appareil employé par Gay-Lussac, mais qui permettrait de doser l'eau et l'acide carbonique en poids et non en volumes, en faisant absorber la première par le chlorure de calcium, et le second par la potasse caustique.

Faire cette expérience sur des poudres de guerre, de chasse et de mine, dont on aurait constaté les densités gravimétriques, et les espèces de charbons employées à les faire.

Déterminer la nature et le poids des produits solides, d'abord tel qu'il serait au sortir de l'appareil, puis après les avoir soumis à une température d'au moins 100°, dans un appareil permettant de recueillir les gaz et vapeurs qu'ils pourraient avoir absorbés pendant le refroidissement.

2. Etude comparative des charbons noirs et roux, sous le rapport des produits de leur calcination et de leur combustion.

Doser soigneusement l'acide carbonique et l'eau en poids, les autres gaz comme on pourrait.

Reconnaître si la somme des poids de l'acide carbonique et de l'eau reproduit le poids du charbon employé, etc.

3. Etudier l'action de la chaleur poussée au plus haut degré, sur les produits solides de la combustion de la poudre, afin d'en reconnaître, s'il est possible, les points de fusion, la dilatation, la volatilisation.

4. Pousser plus loin que ne l'a fait M. Re-

gnault (§ 8) l'étude des lois de la dilatation des gaz produits dans la combustion de la poudre.

Dans ces expériences varier assez les pressions pour qu'il soit possible de déduire de la loi de variation des coefficients de la dilatation pour des pressions croissantes, ceux qui répondraient à des pressions aussi élevées que peuvent l'être celles qui ont lieu dans l'explosion de la poudre en vase clos.

Vérifier aussi si le coefficient de la dilatation pour une pression déterminée reste le même entre 100° et 200°, qu'entre 0° et 100°, etc.

5. Pousser aussi plus loin que ne l'a fait M. Pouillet (§ 9) l'étude des lois de compressibilité des gaz de la poudre, en évitant entre autres causes d'erreurs celle qui peut provenir de la chaleur dégagée par la compression même que l'on observe.

6. Pousser aussi loin que possible l'étude expérimentale des propriétés de l'acide carbonique liquide : dilatabilité, compressibilité, densité, tensions, force explosive, et les deux applications pratiques de cette force indiquées dans le § 28. Pour l'application aux mines essayer de rompre des roches, des souches de bois, des sphères creuses en fonte de fer, en opérant de

manière à pouvoir élever plus ou moins la température, sans nul danger pour l'opérateur.

7. Faire des expériences sur la force de la poudre analogues à celles de Rumford, en y employant l'appareil proposé par M. Piobert, et successivement des poudres de guerre, de chasse, et de mine — Ajouter, s'il est possible, aux baguettes à arrêtoirs de l'appareil ci-dessus mentionné, des baguettes pouvant pénétrer dans l'espace primitivement occupé par la poudre. — Faire ces expériences d'abord sans rien mêler aux poudres ; et ensuite en plaçant au milieu des poudres, des poids connus, d'or ou de platine, en fils fins (§ 32).

8. Essayer de déterminer directement la quantité de chaleur dégagée dans la combustion de la poudre par la méthode indiquée dans le § 30.

DE LA FORTIFICATION

Mise à la portée des officiers de l'armée et des personnes qui se livrent à l'étude de l'histoire militaire,

AVEC NOTES ET PLANCHES

Par HENRY YULE, lieutenant aux ingénieurs du Bengale.

Traduit de l'anglais par MASSELIN, capitaine du génie.

(*Suite.* — Voir le n° du *Journal des Armes spéciales* de février 1857 p. 113 et suivantes.)

CHAPITRE V.

CALCULS NÉCESSAIRES POUR L'EXÉCUTION DES OUVRAGES.

« Un soldat doit savoir que lorsque les circonstances demandent des retranchements, il est de son devoir d'y travailler, autant que de monter la garde ou de porter les armes. »
Réflexions de Monk, duc d'Albemarle, sur des sujets militaires et politiques.

« Devant l'ennemi, un soldat doit autant travailler que combattre. »
Ordre général de Sir T. Graham (Lord Lynedoch), à Cadix, en 1810.

Lorsqu'il s'agit d'exécuter un ouvrage de campagne, il faut d'abord déterminer son tracé et le profil du parapet. On donne le nom de *déblai* à



la masse de terre prise au-dessous du terrain naturel, et celui de *remblai* au massif formé par les parapets, etc.

Les dimensions du fossé dépendent de la quantité de terre nécessaire pour le remblai, et celle-ci doit être calculée tout d'abord. Si la profondeur du fossé est fixée à l'avance, ce qui a lieu souvent lorsque l'on trouve le roc ou l'eau près de la surface du sol, on devra déterminer sa largeur d'après le volume du parapet. Si on se donne d'abord la largeur du fossé, on en déduira la profondeur.

Supposons connue l'aire d'un profil du parapet et prenons pour le fossé une profondeur arbitraire. Lorsque le tracé de l'ouvrage ne présente pas d'angles ou d'arrondissements saillants, le calcul peut se borner à diviser l'aire du profil par la profondeur du fossé, le quotient donnant la largeur moyenne de ce dernier. Mais il est évident que l'excavation calculée ainsi donnerait trop de terre à un saillant, et trop peu à un rentrant. On ne peut se proposer d'atteindre une précision complète, et lorsque l'on a successivement des angles saillants et rentrants équivalents, comme dans un fort étoilé, on peut admettre qu'il y a compensation entre les excédants des déblais

et des remblais. Mais dans le cas d'une redoute carrée ou polygonale sans angles rentrants, ou dans un fort bastionné où les saillants l'emportent de beaucoup, si l'on donne des surfaces équivalentes aux profils du parapet et du fossé, on aura un grand excès de déblai, qui obligera de réduire le profil du fossé.

Dans un tracé régulier, on peut faire le calcul pour un angle ou un front, chercher le rapport de cet excédant de déblai au cube total donné par le fossé de cet angle ou de ce front, et en déduire la réduction à faire subir à la largeur du déblai. Dans un tracé irrégulier, au contraire, il faudrait faire un calcul à part pour chaque subdivision de l'ouvrage, ce qui serait fort pénible. Nous allons indiquer la solution exacte du problème telle qu'elle est indiquée dans le *Traité de fortification* du major Straith, au chapitre II

Le volume de tout solide de profil constant est égal au produit de l'aire de ce profil par le chemin parcouru par son centre de gravité. Or, ce chemin sera plus court pour le parapet que pour le fossé dans le cas d'un ouvrage convexe; l'inverse aura lieu dans le eas d'un tracé concave. Il faudra donc dans le premier cas réduire, et dans le second augmenter en conséquence la

section du fossé. Quand on a déterminé la position des centres de gravité, une seule opération suffit pour donner le cube du parapet. Mais chaque fois qu'il se rencontrera des variations considérables, comme de grandes rampes, des traverses, des batteries à barbettes, etc., etc., il faudra faire des calculs distincts pour connaître le déblai à faire (1).

Lorsque toutes les dimensions sont fixées, on trace l'ouvrage sur le terrain, en déterminant d'abord l'emplacement des principaux angles

(1) Le profil d'un parapet peut se décomposer en rectangles et en triangles. Le centre de gravité d'un triangle est à la rencontre de deux des lignes joignant les sommets au milieu des côtés opposés. Le centre de gravité d'un rectangle est à la rencontre de ses diagonales. La distance du centre de gravité d'un système de corps à un plan donné est égale à la somme des produits du cube de chaque corps par la distance de son centre de gravité à ce plan, divisée par la somme des cubes de tous ces corps. Par conséquent si l'on partage le profil, fig. 74, en triangles et en rectangles ayant leurs centres de gravité respectifs en *a b c d*, le centre de gravité du profil total étant en *g*, et si l'on abaisse de chacun de ces points des perpendiculaires a A, b B, c C, d D, g G sur l'horizontale PQ on aura

$$PG = \frac{PA + tr^{le}\,a + PB + rect^{le}\,b + PC + tr^{le}\,c + PD + tr^{le}\,d.}{triangle\ a + rectangle\ b + triangle\ c + triangle\ d.}$$

On en déduit la position de la prejection horizontale G du centre de gravité total, et par suite on trouve sur le plan de l'ouvrage le chemin parcouru par ce centre de gravité.

saillants, et marquant la crête intérieure. Si le terrain est suffisamment de niveau, on peut mener les arêtes des différents talus parallèlement à cette crête intérieure. On place ensuite suivant les capitales, et perpendiculairement aux faces, des profils formés de tringles ou des pieux et on les relie par des cordes : on peut alors commencer le déblai. Quand le terrain est irrégulier, le pied du talus extérieur et celui de la banquette à l'intérieur ne sont pas parallèles à la crête, et on les obtient facilement en élevant deux profils donnant exactement les pentes des talus. On place l'œil successivement dans chacun des plans ainsi formés, et on trace de suite sur le sol l'intersection de ces plans avec ce terrain naturel.

Si on est pressé par le temps, on se contente de fixer la position de la crête inférieure et celle de l'axe du fossé. On commence le déblai de manière à ne pas dépasser sa forme à venir, et en même temps on place des profils et on complète le tracé avant d'avoir besoin des détails (1).

Avant d'entamer l'exécution d'un ouvrage, il

(1) Il est sans doute inutile de faire remarquer que dans tout ce qu'on vient de lire, l'auteur n'a rien dit du *foisonnement* des terres, qui devrait aussi entrer en ligne de compte.

(*Note du Traducteur.*)

est naturellement indispensable de calculer le nombre de travailleurs nécessaire pour l'achever dans le temps prescrit. Sans entrer dans des détails trop circonstanciés, il suffira de dire que dans une terre facile à manier on peut compter sur un déblai de 27 pieds cubes (0^{m}, 765) par heure de travail. Quand le retranchement ne consiste qu'en un bourrelet de terre prise dans une tranchée intérieure, on peut espacer les hommes de 6 pieds, et ils achèvent eux-mêmes le travail. Quand on veut avoir un profil complet avec banquettes, etc., on peut augmenter des deux tiers le nombre d'hommes nécessaire. Si le fossé est large on peut y mettre un double rang de piocheurs et employer les deux tiers du nombre total à former les parapets, etc.

Le développement de la crête du parapet d'un ouvrage doit être proportionné au nombre d'hommes et de bouches à feu dont on pourra disposer pour sa défense. Pour une longue ligne, ou un ouvrage ouvert à la gorge, il sera suffisant de compter un homme par mètre courant de parapet pour un seul rang de défenseurs, deux si l'on en a deux, et un troisième, si l'on peut, comme réserve.

Dans un ouvrage fermé, où la garnison doit

s'attendre à être bloquée pendant peut-être plusieurs jours, on doit s'occuper, en déterminant le chiffre du détachement, de l'espace dont on pourra disposer pour contenir les hommes à l'intérieur, aussi bien que du développement des crêtes.

Il faut donner, en dedans du pied des talus, 20 pieds carrés par homme. Une pièce de campagne en batterie occupe 6 yards de parapet et demande 300 pieds carrés de surface pour parquer à l'intérieur.

Par conséquent, le calcul des dimensions intérieures de chaque ouvrage de cette espèce nécessitera un balancement entre divers éléments, afin de pouvoir satisfaire à ces conditions.

Prenons pour exemple une redoute carrée devant contenir 200 hommes et deux canons, et cherchons ses dimensions. En admettant que les hommes soient placés sur deux rangs pour la défense, et que 60 d'entre eux forment la réserve, $200 - 60 = 140$ sera le nombre des défenseurs à placer sur les banquettes, et $\frac{140}{2} = 70$ sera le nombre des files.

70 files prennent 70 yards,
2 pièces prennent 12 yards,
Le développement du parapet est 82 yards,

et $\frac{81}{4} = 20 \frac{1}{4}$ ou 21 yards sera le côté dela r e dout.

Mais comme le côté du terre-plein, en dedans du pied des banquettes, sera au moins de 5 yards plus court que la crête, il ne sera que de 15, et la surface du terre-plein sera de $15 \times 15 \times 9 =$ 2,025 pieds carrés. Or, il nous faut :

Pour 200 hommes	4,000 pieds carrés,
Pour deux bouches à feu	,600 *id.*
Ensemble,	4,600

La redoute ne pourrait donc pas dans ces conditions contenir sa garnison.

Supposons alors que les hommes étant sur deux rangs, il n'y a pas de réserve,

100 files de défenseurs occuperont	100 yards de crête,
2 bouches à feu,	12,
Ensemble,	112.

Ce qui donne 28 yards pour le côté de la redoute, et 23 yards pour le côté du terre-plein, dont la surface intérieure sera de $23 \times 23 \times 9 = 4,761$ pieds carrés, et pourra contenir la garnison avec son artillerie, et un espace libre de 161 pieds carrés.

Admettons maintenant que la réserve d'environ $\frac{1}{3}$ des défenseurs soit obligatoire, et cherchons les nombres qui satisferont à la fois, tant pour la

surface intérieure que pour le développement de la crête ; et supposons une garnison de 400 hommes dont 130 forment la réserve, et deux bouches à feu, $\frac{400-130}{2}=135$ sont les files 135 + 12, le développement des crêtes et $\frac{135+12}{4}$ soit : 37 yards, le côté de la redoute, 32 yards sera le côté du terre-plein, et $32 \times 32 \times 9 = 9,216$ pieds carrés représenteront la surface du terre-plein. Or,

400 hommes occupent	8,000 pieds carrés,
2 bouches à feu,	600
	8,600

La surface obtenue est donc de 616 pieds carrés trop grande.

Une garnison de 390 hommes sur deux rangs, 130 formant la réserve, et deux canons rempliraient bien les conditions ci-dessus, et le côté de la redoute serait de 32 yards et $\frac{1}{2}$.

CHAPITRE VI.

DES LIGNES OU SYSTÈMES D'OUVRAGES.

« .... Nous élèverons les murailles et un ravelin pour nous abiter, ainsi que notre flotte Nous y ménagerons des barrières solides et bien renforcées qui assureront un libre passage à nos chevaux et à nos chariots. Tout autour nous creuserons un fossé assez creux pour garantir nos soldats de toutes les attaques de l'infanterie et de la cavalerie. De cette manière nous rendrons vains tous les efforts que je vois médités par les orgueilleux Troyens. »

Iliade, chant VII.

Nous avons rapidement décrit le tracé et le profil des principaux ouvrages, l'établissement

un obstacle passif, reliant des rivières, des marais, deux places fortes, ou quelque chose d'analogue, derrière lequel un combattant numériquement plus faible peut suivre les mouvements de l'ennemi sans avoir à craindre d'être amené malgré lui à un engagement, le développement des crêtes ne doit pas dépasser la longueur que l'armée peut efficacement défendre. Les camps rectangulaires et profonds des Romains se prêtaient à merveille à une défense basée sur un retranchement continu, tandis que ce moyen ne convient plus aux campements longs et étroits en usage depuis l'introduction des armes à feu et de la tactique moderne. Sur une ligne de grande étendue il y a nécessairement tant de points susceptibles d'être attaqués, que l'on ne peut décider d'avance ceux sur lesquels les efforts de l'ennemi pourront se porter, ni par suite y concentrer tous les moyens de défense, principaux et accessoires, ce qui disperse et diminue les forces. En enfermant nos troupes nous abandonnons à l'ennemi *l'initiative*, le choix du lieu et du moment d'une rencontre. Il peut seul alors masser ses troupes, et l'on ne peut guère plus donner aux lignes le titre de fortifications; car tandis que l'on concentre ses moyens pour repousser l'ennemi sur

un ou deux points, il peut forcer la ligne plus loin, et une ligne forcée est presque toujours perdue. En outre, une ligne continue empêche les défenseurs de reprendre rapidement l'offensive lorsque l'occasion s'en présente, attendu que les sorties et les retraites ne peuvent s'opérer que par des défilés étroits, sur lesquels l'ennemi peut concentrer le feu de son artillerie (1). En même temps les sinuosités du tracé bastionné obligent de garnir de monde un développement de crêtes presque double de la longueur du front à défendre, et entravent une marche en avant, lors même qu'elle n'est pas déjà gênée par les obstacles que l'on a pu placer en avant. Enfin ce genre de retranchements a encore le défaut de demander beaucoup de travail, et de ne pouvoir se faire à la dérobée.

En 1654, lorsque Condé, entrant dans sa patrie à la tête d'une armée espagnole, vint mettre le siége devant Arras, il appuya son investissement, suivant la coutume alors en vigueur, d'une

(1) Le prince d'Orange retira ses troupes pour lui livrer bataille (à Condé), et, dans ce but, *après avoir à grand peine comblé nos lignes de contravallation pour faciliter le passage de la cavalerie*, nous restâmes sous les armes toute la nuit. » *Mémoires du capitaine Carleton*.

double ligne de circonvallation. Turenne attaqua ces lignes, les força sur tous les points, et fit lever le siége. Bientôt après, Turenne fut vaincu lui-même dans les mêmes circonstances, devant Valenciennes qu'il venait d'investir; mais à Dunkerque, étant dans le même cas, il sortit de ses lignes et battit les Espagnols, commandés par Condé, à la célèbre bataille des Dunes (1).

Dans les lignes à intervalles, au contraire, les points saillants et les plus importants sont occupés par des ouvrages tracés de manière à se prêter un appui réciproque, et à assurer efficacement la possession du terrain sur lequel ils sont espacés, mais en même temps susceptibles jusqu'à un certain point de se défendre par eux-mêmes. Les intervalles qui les séparent restent disponibles pour les évolutions des troupes, qui peuvent se masser au besoin, au lieu de rester disséminées sur une grande longueur de crêtes. En somme, après avoir détaché les garnisons nécessaires à ces ouvrages de campagne, qui forment comme les bastions et les dehors de ce système de défense, les troupes qui restent tiennent lieu

(1) Voir les plans de ces trois batailles dans les *Mémoires de Turenne*, de Ramsay.

des courtines; seulement on a des courtines mobiles quand il le faut, ce qui n'a pas lieu quand celles-ci sont formées de parapets et de fossés. Si l'ennemi cherche à enlever la ligne par surprise sur un certain point, comme chaque ouvrage doit être emporté successivement, on a le temps de réunir des renforts et de reprendre les ouvrages déjà pris. Il faut aussi tenir grand compte de l'effet moral d'une disposition qui permet de secourir les défenseurs des ouvrages, et conserve une grande partie de l'armée pour de vigoureux mouvements offensifs, tout en assurant des secours et un point de ralliement, si l'on est repoussé.

Dans les lignes à intervalles, les points avancés sont généralement occupés par des redans ou autres ouvrages ouverts à la gorge. Leurs forces sont flanquées par des batteries placées dans les rentrants, et ces batteries sont elles-mêmes fortement protégées en arrière par des redoutes et des forts consolidés par tous les moyens disponibles. (Pl. V, fig. 83.) Les villages et les fortes constructions qui sont situées dans un système de lignes, doivent être compris dans le tracé, et fortement occupés comme postes de flanquement, surtout sur les arêtes saillantes du terrain et dans

les angles rentrants ou origines de vallons entre ces arêtes. Un fort situé sur les lignes ou en arrière protégera les approvisionnements de l'armée retranchée, et donnera un point d'appui à l'abri d'un coup de main. Il faudra le relier directement avec la ligne principale ou avec les retranchements mêmes du camp. Ces dispositions protégent la retraite des défenseurs et augmentent beaucoup les moyens du défense de fort, sans lui faire perdre de sa valeur primitive.

Le camp retranché, construit par Frédéric II, en 1761, dans les environs de Schweidnitz, lorsqu'il se vit entouré par les armées des Autrichiens et des Russes, le sauva d'une ruine totale au moment le plus critique de son histoire, et eut beaucoup de célébrité dans le siècle dernier comme exemple de fortification de campagne sur une grande échelle. Il consistait en un grand nombre d'ouvrages détachés établis sur une chaîne de petites hauteurs, et couverts en avant par de petits cours d'eau ne laissant que quelques points susceptibles d'être attaqués. L'ensemble du camp formait un rectangle ayant sur son pourtour six saillants occupés par de fortes redoutes qui tenaient lieu de bastions, commandaient le terrain tout autour, et flanquaient les ouvrages

plus retirés. Les hauteurs de Wurben, qui dominaient l'intérieur du camp, furent soigneusement retranchées de manière à former une citadelle pour tout le système. Les troupes y furent employées avec une activité remarquable pendant dix jours et dix nuits. Des abattis, des trous de loup, des fougasses, entouraient les retranchements, et plus de 180 bouches à feu balayaient les approches (1).

Il peut se faire que l'on n'ait pas le temps de fortifier un champ de bataille par des travaux en règle, mais même dans ce cas des villages, des groupes de maisons, des bois, des mamelons et d'autres lieux remarquables, judicieusement choisis, et bien défendus, sont souvent les éléments de succès de la défense. Ce principe est vrai lors même que l'on est forcé d'employer ces moyens tels qu'ils se rencontrent, comme à Ligny; ou quand on a quelques heures à utiliser pour les perfectionner un peu, comme Hougoumont à Waterloo; ou quand on peut les combiner avec des travaux de campagne, comme firent les Anglais à Alexandrie en 1801, et les Français à Fontenoy en 1745; soit enfin lorsque

(1) Jomini. *Traité des grandes opérations*, chap. 28.

les points importants sont tout à fait artificiels ou à peu près, comme dans la position que prit le czar Pierre le Grand à Pultawa en 1709.

Dans ce dernier cas, quelques redoutes élevées en une nuit par les Russes sur le champ de bataille suffirent pour arrêter la longue série des victoires de Charles XII, et le mettre pendant plusieurs années à la merci des Turcs comme un misérable fugitif.

Les retranchements à intervalles et les abattis du maréchal de Villars sur les hauteurs boisées de Malplaquet, en 1709, firent de la dernière des victoires de Marlborough celle qui fut aussi la plus sanglante et le plus vaillamment disputée. Ce jour-là un enfant de quatorze ans parcourut à cheval les lignes françaises avec les généraux alliés. C'était Maurice de Saxe, qui, trente-six ans plus tard, à la tête d'une armée française, fit éprouver aux Anglais, avec les mêmes Hollandais pour alliés, le plus grand échec qu'ils aient eu dans

(1) La bataille de l'Alma fait voir ce qui peut arriver quand on néglige d'avoir égard à ces considérations. Les hauteurs du Télégraphe, si vigoureusement escaladées par la divisiou Bosquet, se prêtaient facilement à quelques travaux de défense, qui eussent pu retarder notablement le succès de la journée.

(*Note du Traducteur*).

le XVIIIe siècle, et cela sur le champ de bataille de Fontenoy qu'il avait choisi et rapidement renforcé de quelques redoutes.

On eut moins souvent recours aux retranchements pendant la dernière grande guerre que dans les opérations plus prudentes de la génération précédente ; cependant les guerres de la Révolution française fournissent bon nombre d'exemples où l'emploi de la pelle amena des résultats importants.

La grande redoute du village de Fleurus, tenant bon jusqu'à l'arrivée des renforts de Jourdan, sauva les Français d'une défaite en 1794 ; les travaux des Autrichiens à Jemmapes, bien qu'enlevés à la fin par l'audace des troupes républicaines, firent éprouver aux vainqueurs une perte plus forte que celle des vaincus. De même aussi les redoutes russes disputées avec tant d'acharnement à Borodino jouèrent un rôle considérable dans cette terrible bataille.

Un des exemples les plus remarquables dans l'histoire de l'art de l'ingénieur en campagne, est celui que cite tout naturellement tout écrivain anglais qui traite des questions militaires. Ce sont les lignes que lord Wellington traça pour couvrir Lisbonne, et derrière lesquelles il se re-

les points importants sont tout à fait arti
ou à peu près, comme dans la position
le czar Pierre le Grand à Pultawa en 1

Dans ce dernier cas, quelques redout
en une nuit par les Russes sur le cha
taille suffirent pour arrêter la long
victoires de Charles XII, et le me
plusieurs années à la merci des Tu
misérable fugitif.

Les retranchements à intervalle
du maréchal de Villars sur les haut
Malplaquet, en 1709, firent de la
toires de Marlborough celle qui
sanglante et le plus vaillamm
jour-là un enfant de quatorze an
val les lignes françaises avec l
C'était Maurice de Saxe, qui,
tard, à la tête d'une armée
ver aux Anglais, avec les mê
alliés, le plus grand échec

(1) La bataille de l'Alma fait voir c
néglige d'avoir égard à ces considéra
graphe, si vigoureusement escaladée
prêtaient facilement à quelques trav
pu retarder notablement le succès de

ttre d'un bout à
on. « Sur toute la
ıchée continue obli-
ιe brigade des diver-
.ges étaient une force
ı l'armée sans enle-
ı son effectif. » (John

ιs dans l'Inde, sur les bords
oir la résistance formidable
ıer des retranchements d'un
dus par des pièces bien ser-
ιue les ouvrages ne sont que peu
ι-mêmes, comme à Ferozshuhur;
c'est en s'emparant des villages
ıs Sikhs que les Anglais ont éprouvé
ırtes.

ιons qu'il s'agisse de défendre par des
ın passage de rivière. Lorsque l'on a le
de l'emplacement du pont il faut préférer
ıoude rentrant, parce qu'il permet d'accumu-
ι des feux croisés et d'enfilade sur l'ennemi qui
menacerait le pont, et aussi parce que dans un
cours d'eau qui traverse des terrains d'alluvion la
rive convexe aura presque toujours les bords les

tira après la victoire de Busaco, en 1810, bravant les efforts des Français commandés par le plus capable des lieutenants de l'Empereur. Ces lignes étaient remarquables pour l'étendue de terrain qu'elles occupaient, et par leur grand nombre d'ouvrages proportionnellement à l'effectif de l'armée qui devait les défendre. Mais ces exceptions aux principes ordinaires étaient justifiées par les circonstances particulières où l'on se trouvait placé ; d'abord la région que l'on défendait formait une presqu'île, dont un flanc était presque appuyé à la mer, un autre au Tage, de sorte que les lignes ne pouvaient être tournées ni attaquées par derrière, tandis que les approvisionnements et les renforts avaient un accès assuré ; ensuite la force extraordinaire des flancs en faisait des points d'appui plutôt que des positions à défendre. De plus, les crêtes du mont Junto, inégales et inaccessibles à l'artillerie, s'étendaient devant le centre des lignes pendant 15 milles et obligeaient les assaillants à faire une marche longue et pénible pour se porter d'un flanc à l'autre, tandis que de la position centrale du gros de l'armée anglaise une marche fort courte permettait aux défenseurs de se porter au secours de la droite ou de la gauche. Enfin les

signaux pouvaient se transmettre d'un bout à l'autre avec vitesse et précision. « Sur toute la » ligne il n'y avait pas de tranchée continue obli» geant de distraire une seule brigade des diver» ses colonnes; ces ouvrages étaient une force » additionnelle donnée à l'armée sans enle» ver un seul homme à son effectif. » (John Jones).

Des exemples récents dans l'Inde, sur les bords du Suttlej, ont fait voir la résistance formidable que peuvent opposer des retranchements d'un tracé solide, défendus par des pièces bien servies, lors même que les ouvrages ne sont que peu de chose par eux-mêmes, comme à Ferozshuhur; et à Goojerat, c'est en s'emparant des villages occupés par les Sikhs que les Anglais ont éprouvé le plus de pertes.

Supposons qu'il s'agisse de défendre par des lignes un passage de rivière. Lorsque l'on a le choix de l'emplacement du pont il faut préférer un coude rentrant, parce qu'il permet d'accumuler des feux croisés et d'enfilade sur l'ennemi qui menacerait le pont, et aussi parce que dans un cours d'eau qui traverse des terrains d'alluvion la rive convexe aura presque toujours les bords les

passage des convois dans une région de pays donnée, ou pour en détourner de petits partis ou des corps de cavalerie qui voudraient faire des incursions pour fourrager, piller et ravager la contrée. Elle peut être aussi une partie nécessaire d'un grand système d'ouvrages détachés, surtout lorsque des obstacles naturels ou artificiels en rendent les abords assez difficiles pour que l'on puisse en toute sécurité en confier la garde à un faible corps de troupes. Il peut encore être utile, lorsque l'on a des troupes nombreuses mais peu aguerries et peu propres à prendre l'offensive, de former des lignes presque continues pour encourager ces troupes à se maintenir dans leurs positions. Enfin, on peut avoir à faire une ligne d'une certaine étendue pour relier deux ouvrages qui se trouveraient isolés sans cela.

Dans le premier cas, le tracé le plus simple est le meilleur ; c'est une ligne droite interrompue à de grands intervalles par des redans qui reçoivent la garde et donnent quelque flanquement (Pl. V, fiig. 75). Dans les parties où on peut craindre qu'on ne vienne forcer la ligne on peut rapprocher ces redans, ou briser la courtine dans chaque intervalle (fig. 76 et 77). Ce dernier tracé est préférable en ce qu'il ne présente que deux

points d'attaque au lieu de trois sur le même développement. Le tracé à tenailles (fig. 78) offre des saillants également attaquables, mais ils sont presque aussi écartés les uns des autres que les points d'attaque du tracé précédent.

La ligne à crémaillère (fig. 79 et 80), qui consiste en de longues faces alternant avec de petits flancs formant entre eux des angles droits ou peu obtus, est un genre de tracé excellent pour une longue courtine ou une communication entre deux ouvrages. Dans ce cas on peut l'exécuter comme une tranchée, en jetant la terre au dehors; ce procédé demande peu de travail et n'arrête pas les mouvements offensifs des défenseurs. Dans les portions continues d'une série importante de lignes, on peut adopter le tracé bastionné, (fig. 81 et 82).

Lorsque le contour général d'un système de lignes est polygonal, il faut apporter un soin tout particulier à la défense du saillant principal à l'angle du polygone. Non-seulement on y fera converger autant que possible tous les feux des ouvrages situés à droite et à gauche, mais encore on peut briser le saillant en forme d'angle rentrant ou de tenaille avec des flancs. Ou encore, si l'on tient à occuper le point même du saillant,

on en viendra à bout au moyen d'une flèche ou d'une lunette placée en avant d'un front bastionné (1).

(1) Quand il sera possible de publier des considérations sur la guerre actuelle, divers exemples récents pourront donner lieu à quelques observations relatives au sujet traité dans ce chapitre.

(*Note du Traducteur*).

CHAPITRE VII.

DÉFENSE DES POSTES ET VILLAGES.

On a traité jusqu'ici de la création de défenses et d'obstacles plutôt que des moyens de perfectionner les ressources que les circonstances peuvent fournir. Si l'étude de la première partie du sujet est celle qui fait le mieux connaître les principes, c'est en pratiquant la seconde que l'ingénieur en campagne trouvera le plus souvent l'occasion de les appliquer. Et ce n'est pas pour lui seulement qu'il en sera ainsi ; c'est bien lui, à la vérité, qui sera chargé du tracé et de la construction de tout ouvrage régulier, mais tout officier d'infanterie peut être chargé d'occuper un poste avancé, un jardin, un village ou un groupe de

bâtiments, et peut échouer d'une manière déplorable faute de savoir perfectionner et utiliser les propriétés défensives de sa position.

Cette connaissance, jointe à un peu de promptitude, permettra à un officier commandant un faible détachement de repousser avec peu de préparatifs une force de beaucoup supérieure, et de conserver son poste à un moment où ce succès est essentiel pour la victoire de l'armée dont il fait partie. Ceci est vrai lors même que l'on n'est pas sur la défensive. Le colonel Reid dit à ce sujet : « Dans le cours d'une attaque il y a fréquem-
» ment des positions qu'il est de la dernière im-
» portance de conserver dès qu'on s'en est emparé.
» Des villages ou des groupes de maisons, rapi-
» dement envahis et barricadés, peuvent devenir
» des points d'appui pour assurer le succès d'une
» attaque ou empêcher la défaite d'un corps qui
» aurait pris l'offensive. Et il est souvent essen-
» tiel que les troupes qui se sont emparées d'un
» village barricadé sachent rendre inutiles ou dé-
» truire ses travaux de défense. »

S'il s'agit de choisir les bâtiments à occuper et à défendre, les principales conditions qui guideront le choix seront la solidité des constructions, une position dominante, la facilité d'avoir des

flanquements et des matériaux pour la défense et de rendre les approches difficiles tout en assurant la retraite aux défenseurs lorsque les circonstances peuvent faire prévoir une retraite ; ce sera enfin la contenance, qui doit être en rapport avec la garnison disponible. Il faut encore examiner s le poste est isolé ou attaquable de tous côtés, ou s'il forme une partie d'un système de défense, appuyé en arrière et sur ses flancs par d'autres ouvrages ou par les troupes qu'il protége. Dans ce dernier cas il faut s'attacher à fortifier le front exposé aux attaques et laisser les communications libres à la gorge.

On démolira toutes les clôtures qu'on ne voudra pas défendre, et généralement tout ce qui pourrait servir d'abri à l'ennemi ; on détruira les chaumes et tous les matériaux facilement combustibles.

On ne conservera de maisons isolées que si l'on a assez de monde pour y jeter quelques défenseurs, et si l'on a le temps de les relier au poste principal ; on les rasera dans tout autre cas. On percera de mètre en mètre des créneaux dans les murs, surtout dans les endroits qui flanquent les entrées et ceux qui sont le plus exposés à une attaque. On peut même avoir deux étages

de créneaux en perçant la première rangée près du sol et plaçant les hommes chargés de leur service dans une tranchée creusée tout le long du mur, puis établissant la seconde ligne à un peu plus de 2 mètres au-dessus. On place alors les hommes surdes planches portées par des barils, des tréteaux ou des piliers en pierres sèches ou en briques(pl. VI, fig. 95.) Ces créneaux sont creusés à partir de l'intérieur, et vont en se rétrécissant vers l'extérieur. Dans des murs épais ils seront difficiles à établir, et si l'on a le temps on pourra les attaquer à la fois de dehors et de dedans. On fera bien de pratiquer des fossés au pied d'un mur crénelé. Si un mur de clôture n'a pas plus de deux mètres de hauteur on obtiendra le rang supérieur de créneaux en entaillant le sommet du mur en forme de meurtrières recouvertes de sacs à terre ou de pièces de bois.

On barricade solidement les portes et les fenêtres du rez-de-chaussée, on ferme les fenêtres des étages jusqu'à hauteur d'homme avec des briques, du bois ou des sacs à terre, et à chaque étage on conserve des créneaux.

On se ménage une libre circulation tout autour du réduit au moyen de brèches faites à défaut de portes dans les murs de refend. On prépare des

matériaux pour barricader les escaliers, et l'on perce le plancher de l'étage afin de prolonger la défense du rez-de-chaussée si la porte est forcée. On a de l'eau à chaque étage pour éteindre les incendies. A ce sujet on se rappelle ce que Voltaire raconte de la défense de Charles XII à Bender, lorsque ce dernier, aidé de quelques soldats, lança sur des pièces incendiées une barrique pleine, qui se trouva contenir de l'eau-de-vie.

A l'extérieur tous les abords de la maison seront fermés par des barricades au moyen de tranchées et de parapets ou de palissades protégées par des abattis, des chausses-trapes, etc. ; ou seulement avec ces seules défenses accessoires placées sous le feu du bâtiment et de ses annexes. Des clôtures, des maisons isolées, permettent ainsi de former et de défendre une ligne avancée si l'on a assez de monde à y mettre. Il est bon de placer des abattis ou des trous de loup en avant des clôtures ainsi conservées pour que l'ennemi ne puisse pas en tirer parti à son tour. On peut employer les balcons existants à faire des machicoulis pour tirer de haut en bas sur les assaillants ; s'il n'en existe pas, et qu'il reste du temps, on en peut faire en bois au-dessus des portes et des endroits les plus exposés à une attaque.

Si les bâtiments ne se flanquent pas par eux-mêmes, on peut y suppléer par de petits tambours en palissades que l'on peut placer devant les portes ou les fenêtres, et qui communiquent par là avec l'intérieur, et, s'il n'y a pas de baies toutes faites, on pratique tout exprès des trouées dans les murs. Aux angles des constructions ces tambours auront la forme d'un bastion ou d'un carré; au milieu d'un mur rectiligne, ils seront tracés comme un redan.

Un officier chargé de se maintenir dans une telle position devra d'abord faire faire par ses hommes les préparatifs indispensables, par exemple, abattre les arbres autour des bâtiments pour faire des abattis, réunir des voitures, des herses, et tout ce qui peut servir à créer des obstructions sur tous les points où c'est évidemment nécessaire. Il leur fera remplir des sacs à terre et réunir à l'intérieur des matériaux pour se barricader, et pendant ce temps il combinera tous les détails d'exécution.

La méthode sera la même pour défendre un village; on démolira les clôtures parallèles au contour du village, et on conservera celles qui lui sont perpendiculaires, afin de gêner les mouvements et les communications des assaillants. On

barricadera à l'extérieur tous les passages pouvant donner accès à l'ennemi. Si la ligne à défendre n'est formée que de maisons et de murailles, on y pratique des créneaux, on les borde de fossés, et on les renforce de toutes les manières. Dans le cas contraire, on établit des parapets, des palissades, des barricades formées de barriques ou de voitures remplies de terre, de pierres, de fumier, d'instruments d'agriculture, etc. On abrite par des fosssés, des chausses-trapes, des herses, etc., tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, les murs qui pourraient être escaladés. Dans un cas pareil, des grilles en fer enlevées à des fenêtres et dont on redresse les barreaux de deux en deux, forment de bons auxiliaires, comme sir C. Smith le fit voir à la défense intérieure de la brèche à Tarifa. On s'assure une libre circulation autour de l'enceinte, on coupe les communications extérieures, et on les couvre par les feux croisés des bâtiments.

L'artillerie, si on en a, est placée de manière à battre les avenues les plus accessibles. On démolit les couvertures en chaume aux alentours du village, et on établit au moyen d'échafaudages des banquettes de fusillade le long des murs extérieurs des maisons ainsi découvertes. Si l'on veut pouvoir fusiller une colonne qui s'engagerait

dans une rue, on pratique des passages de maison en maison au travers des murs de refend. On profite des avantages que peuvent présenter les localités pour couvrir par une inondation une partie de l'enceinte. Enfin on a soin de bien fortifier les bâtiments importants qui peuvent occuper des points saillants sur l'enceinte.

Il faut aussi choisir quelques édifices comme réduits intérieurs, où l'on puisse facilement venir se renfermer, et qui battent bien tous les environs ; on les fortifie par les moyens déjà indiqués.

Le *Times* du 23 avril 1851 a publié une lettre d'un officier du génie qui donne un exemple curieux des préparatifs de défense d'un village sur les frontières de la Cafrerie : « ... Comme quelques-uns d'entre eux menaçaient de décamper si je ne me rendais pas dans le village, je dus quitter ma pauvre petite redoute et me fortifier avec mon détachement dans une maison vide que nous mîmes bientôt en état de défense, non sans effrayer le propriétaire, atterré de nous voir faire tomber le chaume de la toiture, maçonner les portes et les fenêtres, percer des créneaux dans les murs, etc., etc. Une fois l'exemple donné, il fut curieux de voir l'empressement avec lequel ceux qui étaient restés jusque-là les mains dans

les poches se mirent à démolir leurs maisons et surtout celles de leurs voisins. A., B. et C., propriétaires de différents établissements, se firent réciproquement le plus de mal possible. Si je voulais découvrir la maison de A., je m'adressais à B. qui s'en chargeait dans l'intérêt public, tandis que C. offrait de mettre le feu, à la première demande, aux étables de B., sans même s'inquiéter de savoir si c'était utile à la défense commune. Les avis différaient beaucoup relativement au choix de la maison qui devait devenir le réduit, mais chacun s'accordait à penser qu'il fallait fortifier sa maison autant que possible, ce qui revenait à peu près au même. »

Les exemples indiqués dans la planche VI indiquent comment les clôtures etc., peuvent être rendues défensives. Les fig. 87, 88, 89, 90, 91, montrent divers procédés. Les fig. 92 et 93 montrent des routes dont on a utilisé les haies. Les fig. 94, 95, 96 présentent des murailles qu'on a crénelées de différentes manières.

Le capitaine du génie Nelson résume ainsi dans l'aide-mémoire les différents moyens que l'on p et employer pour se barricader : 1° les palissades; 2° les palanques d'arbres en grumes tirés des esplanades, des avenues, des canaux, etc.,

3° les palanques en bois équarris pris dans les chantiers de construction (ces deux systèmes garnis de créneaux percés à 8 pieds au moins au-dessus du sol extérieur); 4° les abattis avec ou sans parapet ou fossé derrière; 5° les tambours en charpente en bois grossièrement équarri, barrant les routes, et fixés ou bien reliés aux murs; 6° des barils, des paniers ou des sacs remplis de terre et disposés en épaulements avec fossés en avant (on doit éviter autant que possible d'y laisser des pierres); 7° des parapets en terre, revêtus en madriers retenus par des pieux; 8° des charrettes et chariots serrés et amarrés ensemble; 9° des grilles en fer descellées et transportées de toutes pièces; 10° des chevaux de frise, mais sur quelques points seulement, surtout pour fermer les passages des principales barricades, et servir de grilles provisoires; 11° des parapets en sacs à terre, avec fossés en avant et des créneaux au sommet (à employer dans quelques circonstances).

Le même officier donne aussi d'après des résultats d'expériences le tableau suivant des épaisseurs que les matériaux les plus communs doivent présenter pour résister à la mousqueterie :

Murs en brique,	1 épaisseur de brique.
Idem en granit	

ou en calcaire,	6 pouces.
Idem en torchis,	9 pouces.
Sacs à terre,	10 pouces de terre (1).
Sapin blanc,	12 pouces.
Sapin rouge,	9 pouces.
Chêne de bonne qualité,	4 pouces.
Chêne recouvert d'une bande de ÷ de pouce en fer forgé,	2 pouces.
Tôle,	÷ de pouce.

Comme exemple d'une défense de poste on peut citer un projet proposé dans les Indes au camp de *Ramnuggur* en novembre 1848, bien qu'on n'ait pas eu occasion de l'exécuter. C'est une note accompagnant un croquis de la position défensive à occuper pour un dépôt près de *Ramnuggur* pendant une marche de l'armée au-delà de la rivière *Chenab*. (Pl. VI, fig. 97.)

L'armée devait laisser derrière elle des approvisionnements contenus dans 1,000 chariots sous la protection d'environ 2 bataillons et demi. La position qu'il est question d'occuper forme un quadrilatère irrégulier d'environ 260 yards de longueur sur 200 de largeur. Son front nord est

(1) Epaisseur beaucoup trop faible. (*Note du Traducteur.*)

sur l'escarpement qui borde la plaine basse de la *Chenab*. La face sud est occupée par un long enclos où est logé le génie et que l'on croit être un ancien cantonnement des *Sikhs*. Au nord et au nord-ouest, les groupes de bâtiments B et C donnent de bons points de défense et de flanquement. Une rangée d'arbres et des ruines de masures en terre près d'un grand puits qu'il faut chercher à comprendre dans l'enceinte, limitent une partie du front occidental. Il faut défendre par l'industrie le reste du côté ouest et tout le côté de l'est.

On formera ou on appuiera les longues lignes au moyen de voitures ou de caisses remplies de matériaux non combustibles, en les renforçant, si on a des travailleurs, au moyen de quelques ouvrages en terre aux points ci-après désignés. Le trésor et les objets les plus précieux seront placés dans l'enclos fermé de murs A; les chariots contenant les approvisionnements combustibles seront rangés en *p*, à l'extérieur et le long du côté nord de cet enclos. Les trois postes A, B, C, seront autant que possible fortifiés par les moyens que l'on va indiquer. Trois compagnies au moins occuperont A d'une manière permanente; trois autres au moins seront partagées entre B et C; le

reste sera massé au centre pour se porter sur le point attaqué.

L'enclos A est fermé par un mur en briques crues d'environ 3 pieds 3 pouces d'épaisseur, et 13 pieds de hauteur, surmonté d'un parapet mince en briques d'environ 4 pieds de hauteur. Les petites tours des angles sont pleines, et par conséquent, leur sommet seul peut servir au flanquement. Les tours de la grille *m* sont creuses, mais très-étroites à l'intérieur. Il n'y a d'autre banquette que la retraite d'environ 1 pied 6 pouces que le parapet laisse libre sur le sommet du mur, fig. 98. On la remplace suffisamment sur les côtés du nord et de l'est par les toits des baraques et des magasins, et cette retraite sert à les relier; mais il faut s'assurer la possibilité de se défendre par la mousqueterie vers le sud. On y arrive soit en perçant des créneaux dans le mur à environ 5 pieds au-dessus du sol et établissant une banquette d'environ 1 pied 9 pouces de hauteur, soit en plaçant le long des murs une ligne d'échafaudages avec quelques échelles. On forme ces échafaudages en enfonçant dans des trous placés à la base du parapet (Pl. VI, fig. 98) des solives de 6 pieds de longueur et espacées de 2 pieds en 2 pieds. Le poids du parapet et le soutien donné par la retraite

rendront ce travail assez solide, s'il est bien fait, pour porter une plate-forme de perches amarrées dessus. Les créneaux et la banquette demanderont plus de travail à cause de l'épaisseur du mur; l'échafaudage demandera plus de bois, qui est précieux pour d'autres usages, mais il sera plus facile. Les perches ou chevrons proviendront des toits de quelques-uns des bâtiments de l'enceinte, si on ne peut les faire venir de la ville de *Ramnuggur*. Il est inutile de créneler le haut des tours, et le mur ne permet pas de les agrandir; on propose seulement de baisser le parapet qui les couronne pour qu'on puisse faire feu par-dessus. On percera des créneaux dans les cellules des tours de la grille *m*.

Si on préfère la banquette et les créneaux, on trouvera beaucoup de briques pour masser la banquette dans les bâtiments en construction, dans les démolitions du parapet des tours, et dans des tas en dehors de l'enceinte.

B est un pavillon carré haut de 2 étages; l'étage inférieur a 40 pieds de côté et le second 20 pieds seulement; les toits sont en terrasses. L'étage inférieur a des arcades sur les faces, et il est établi sur une terrasse qui a environ 64 pieds de côté. Ce bâtiment est entouré à quelque distance

par un verger de citronniers, et quelques autres arbres (1). Il faudra y faire des éclaircies sinon tout abattre, et se ménager là ou ailleurs des abattis, en y ajoutant quelques arbres plus forts. On fermera les arcades jusqu'à une hauteur de parapet, et on établira un parapet sur la terrasse de l'étage inférieur. Le toit supérieur a déjà un parapet, mais il est très-bas. On prendra des briques pour ces travaux au bâtiment *e* qui ne fait pas partie de la position, et qui doit être démoli.

C est une petite tour d'environ 14 pieds de diamètre intérieur, avec quelques constructions adjacentes, et peut devenir, avec un peu de travail, une forte position. Le bord de l'escarpement sur lequel elle se trouve est déjà couronné par les restes d'un mur en terre et d'une haie de cactus, qui donneront facilement un épaulement solide. Mais il y a au dessous un taillis ou épais fourré, contenant des arbres de différentes dimensions. On les coupera, et on en fera un abattis au pied de l'escarpement. On fera des créneaux dans les bâtiments voisins de la tour, ou bien on les découvrira, et

(1) On enterra depuis, sous ces arbres, le colonel Cureton, le colonel William Havelock et le capitaine Fitz Gerald, qui furent tués dans la plaine avoisinante, le 22 novembre 1848.

on les rasera à la hauteur d'un parapet, et on percera aussi des créneaux dans la tour elle-même. Le puits situé à l'est sera compris dans les abattis. Le champ qui se trouve dans le terrain bas au-dessous du poste est entouré d'une clôture en terre d'environ 3 pieds de hauteur avec un fossé à l'extérieur ; on comblera cet obstacle, parce qu'il abriterait plus les assaillants que les défenseurs, et que ce terrain bas, d'un accès incommode, n'est pas propre à faire partie du poste.

On recoupera l'escarpement au nord entre B et C (Pl. VI, fig. 99), en rejetant les terres en haut, afin d'avoir un épaulement défensif et un talus trop élevé pour que l'ennemi puisse en profiter. On en fera de même pour la petite éminence *f*, à l'est de C, mais on l'occupera comme une sorte d'ouvrage extérieur en dehors de l'enceinte générale. Les arbres situés en *h* donneront un abattis à l'est de C, et on raidira la pente du sol en ce point. Du côté ouest on fera aussi un abattis avec les arbres existant en *g*, et en piochant un peu on transformera les murs en terre en épaulements; afin d'enclore le puits.

Les doubles lignes ponctuées du croquis indiquent sommairement la manière dont l'enceinte sera complétée au moyen des voitures, etc., du

dépôt; et si on en a suffisamment, on les disposera suivant les lignes ponctuées simples afin de flanquer le côté opposé de A. Et s'il en restait encore on couvrirait tout le côté sud de A par une ligne de voitures à 30 pieds du mur.

Le croquis donne un aperçu des dispositions intérieures. Si l'espace n'est pas suffisant pour le bétail, on conservera l'enclos au nord de C et on augmentera la hauteur de la clôture en creusant son fossé de manière à ce qu'il ne puisse servir d'épaulement aux assaillants, et en prenant des flanquements aux angles.

Si l'on peut avoir des travailleurs, on établira un petit parapet en terre *t* devant la grille d'entrée de A.

Résumé du travail à faire par ordre d'importance :

1° Réduire à hauteur de poitrine les parapets des tours d'angle et de la grille; 2° abattre les arbres au sud, à l'ouest et au nord de B et murer les arcades jusqu'à hauteur de poitrine en rasant le bâtiment *e*; 3° compléter le parapet au nord de C, créneler la tour et les maisons avoisinantes; 4° faire des abattis en *g* et *h*, changer les huttes en ruines *g* en épaulements et faire un retranchement pour couvrir le puits à côté de *g*; 5° rendre

défensive la longue courtine de A, soit par un échafaudage engagé sous le parapet, soit par des créneaux et une banquette; 6° pratiquer des créneaux dans les caveaux des tours de la grille; 7° faire des parapets de hauteur convenable sur les toits en terrasse de B; 8° raser le fourré au-dessous de C et en faire un abattis au pied de l'escarpement; 9° raidir les talus entre B et C et raser la butte f; 10° établir un petit parapet devant la grille de A; 11° détruire la clôture du champ au-dessous de C, si on n'en a pas besoin pour le bétail.

CHAPITRE VIII.

FORTIFICATION PERMANENTE. 1er SYSTÈME DE VAUBAN.

Les points sur lesquels la construction de la fortification permanente diffère de celle des ouvrages de campagne sont surtout : 1° l'augmentation considérable des déblais ; 2° l'allongement des *côtés extérieurs;* 3° l'introduction de la maçonnerie.

Nous avons déjà dit au chapitre II que la distance d'un flanc au saillant qu'il défend doit être notablement plus faible que la portée de son feu. C'est ce qui a lieu dans les exemples que nous avons donnés de tracés d'ouvrages de campagne, dont les côtés extérieurs ont moins de 200 mètres,

de manière à tenir les saillants en deçà d'une petite portée de mousqueterie des flancs.

Mais dans les ouvrages permanents, avec des dépenses suffisantes et des combinaisons bien entendues, on a l'avantage d'obtenir un relief bien plus considérable, d'augmenter le commandement, et d'exclure les chances de succès d'une attaque par surprise ou de vive force, bien au-delà de ce que l'on peut attendre d'une fortification passagère.

On a fait voir au chapitre IV qu'avec le profil ordinaire d'un parapet, pour que chaque partie du fossé de la courtine d'un front bastionné puisse être vue et défendue par le flanc, il faut que la longueur de la courtine et la hauteur du flanc au-dessus du fond du fossé soient dans le rapport de 12 à 1. Ceci peut être légèrement modifié, attendu qu'il n'est pas indispensable pour la défense du fossé que les lignes de feu des flancs atteignent partout exactement le fond. Le fossé peut être considéré comme tout à fait battu lors même que les lignes menées de chaque flanc se rencontrent à 4 pieds (1), ou un peu moins au-dessus du sol;

(1) On préfère généralement réduire la hauteur de cet angle mort à 0m,50 au milieu. (*Note du Traducteur.*)

ce qui raccourcit d'environ 16 mètres la longueur minimum de la courtine.

Il en résulte qu'avec un côté extérieur de 200 mètres et des bastions tracés comme dans la figure 72 (pl. V), la longueur de la courtine ne serait que de 75 mètres, et le relief total de 6m50 seulement, ce qui serait insuffisant pour un ouvrage permanent.

Il est par conséquent tout à fait indispensable d'augmenter la longueur du côté extérieur au-delà même de la bonne portée de la mousqueterie, en prenant comme limite de la ligne de défense la bonne portée de la mitraille et des fusils de rempart, soit 250 à 300 mètres, ce qui donne un côté extérieur de 350 à 400 mètres et un relief de 13 à 17 mètres.

On emploie la maçonnerie dans la fortification permanente pour revêtir les escarpes et les contrescarpes, et l'ingénieur peut alors tenir verticales, ou à peu près, ces parties de la fortification, en sorte que l'on ne peut entrer dans l'ouvrage avant de l'avoir ruiné, à moins de recourir au moyen hardi et peu sûr de l'escalade. Ces murs rendent donc les mêmes services que les murs élevés construits dans l'architecture civile comme obstacle aux malfaiteurs. Le mur d'escarpe n'a-

joute rien à la force du rempart, c'est-à-dire à sa résistance aux batteries de brèche; au contraire, il n'est que plus susceptible d'être détruit, attendu que la maçonnerie brisée par les projectiles, et tombant par masses, entraîne avec elle les parapets en terre qu'elle soutenait. Il faut donc, autant que possible, abriter la maçonnerie des feux extérieurs.

Dans de tels ouvrages, à fossés larges et profonds, entourés de murs à peu près verticaux, on doit évidemment assurer la sortie de la forteresse à l'extérieur au moyen d'un certain nombre de communications étroites, de poternes, de ponts, d'escaliers, etc., pour que la garnison puisse au besoin faire des sorties. Par conséquent, s'il n'y a pas d'abri au-delà du fossé, on ne peut guère effectuer de sortie efficace, car les troupes qui la tenteraient auraient à défiler sous le feu de l'ennemi, et l'on ne pourrait même pas avoir une sentinelle en sûreté en avant du fossé.

Ce qu'on appelle le *glacis* permet à la fois de couvrir des vues extérieures la partie des maçonneries de l'escarpe qui est supérieure au terrain naturel, et de donner un abri en avant du fossé pour la libre circulation des troupes. Le glacis est un parapet de hauteur ordinaire, mais

dont la plongée forme un talus allongé jusqu'à la rencontre du terrain naturel. Il est évident qu'il fournirait un abri tout prêt à l'assiégeant s'il se terminait à l'extérieur par un talus raide comme dans les parapets ordinaires.

Le *chemin couvert* est cette communication extérieure en dehors de la contrescarpe, dont le glacis forme le parapet. Non-seulement il protège la garde et les rassemblements de troupes pour les sorties, mais encore il donne un feu rapproché de mousqueterie sur les colonnes d'attaque.

On ne doit pas le tenir plus large qu'il n'est absolument nécessaire, afin qu'il ne puisse fournir un emplacement favorable aux batteries ennemies, mais de distance en distance on ménage des emplacements plus vastes pour les rassemblements des troupes destinées à faire les sorties ou à défendre les chemins couverts; ce sont les *places d'armes*.

On doit proportionner la largeur du fossé aux hauteurs relatives du rempart et du chemin couverts et du glacis en avant. Il faut généralement s'attacher à tenir le chemin couvert assez près du corp de place pour que les feux de celui-ci sur les pieds des glacis ne soient pas masqués par les défenseurs rangés sur les ban-

quettes du chemin couvert, et assez loin pour qu'il puisse être bien vu et battu par le feu des parapets. Il est utile d'exercer son attention et son intelligence à remplir ces diverses conditions avec la précision qu'on y met habituellement. L'examen du plan d'un des systèmes ordinaires fait voir que la largeur du fossé et du chemin couvert, et par suite la distance de l'enceinte au pied du glacis, varient quelquefois notablement pour chaque demi-front d'un fort; il faut donc aussi modifier convenablement le relief des ouvrages, afin de satisfaire exactement à toutes les conditions que nous venons d'indiquer.

La fortification permanente est encore habituellement munie d'autres ouvrages auxiliaires que le chemin couvert; ce sont des *ouvrages extérieurs* quand ils sont en dedans des glacis, et que leurs fossés se relient directement à celui du corps de place, et nous verrons en étudiant le tracé d'un système les différents noms qu'on leur donne; ce sont des *ouvrages avancés* quand ils sont au-delà des glacis, mais à portée de mousqueterie du corps de place ou des ouvrages extérieurs. Enfin les *ouvrages détachés* ont aussi pour but de retarder les progrès de l'ennemi vers la

place, mais ils sont assez écartés pour ne pas être défendus directement par son feu.

Il est de la plus grande importance que tous les ouvrages auxiliaires aient une communication directe avec le corps de place, afin que leurs défenseurs sentent qu'il peut leur venir facilement du secours, et qu'ils peuvent se replier librement vers l'intérieur quand ils auront défendu de leur mieux ces ouvrages.

La difficulté d'assurer les communications au travers des fossés pleins d'eau fait généralement hésiter à les employer dans les endroits où on peut les avoir à volonté secs ou pleins d'eau; malgré l'embarras que l'eau cause à ceux qui abordent une place bien établie. Et en réalité, un fossé sec qui a déjà l'avantage de laisser une circulation facile, est encore très-utile et très-sûr pour la réunion de nombreuses troupes destinées à servir de réserves ou à défendre les ouvrages extérieurs (1).

(1) Pendant la défense de Corfou par les Vénitiens contre les Turcs, en 1716, le maréchal Schulembourg paraît avoir placé une grande partie de ses troupes de garde dans le grand fossé où elles étaient probablement plus en sûreté qu'en dedans des murs. Les systèmes de fortification de Carnot et de Coëhorn attachent beaucoup d'importance au maintien des troupes dans les fossés.

Quand le grand fossé est sec, on peut retrouver une partie des avantages d'un fossé plein d'eau, en creusant au fond une *cunette* ou petit fossé, pourvu qu'on puisse y faire arriver l'eau. C'est ce que les Français firent à Badajos, au pied de la contrescarpe; cela diminuait l'espace sur lequel on comptait pour masser et lancer en avant les colonnes d'assaut, et de plus bon nombre d'hommes tombèrent dans l'eau et s'y noyèrent.

Le revêtement en maçonnerie s'arrête généralement au pied du talus extérieur, c'est alors un *demi-revêtement*; c'est un revêtement ordinaire quand il n'y a plus de talus extérieur et que le mur s'élève jusqu'à la rencontre de la plongée. Quelquefois la partie supérieure du revêtement consiste en un mur d'environ 1^{m}50 de hauteur, avec une berme derrière, au bord de laquelle arrive le pied du parapet. Cette berme, ou sentier, est appelé en France *chemin de ronde* à cause de sa destination. Il conserve à peu près la même hauteur de revêtement contre l'escalade, et permet de mieux surveiller les fossés qu'on ne peut le faire d'une banquette placée derrière le parapet; de plus, la masse du parapet étant ainsi

reportée en arrière, est moins exposée à être entraînée par la chute de la maçonnerie.

On n'a pas établi positivement l'époque de l'invention de l'artillerie ; mais son introduction au milieu des nations européennes remonte au commencement du XIVe siècle (1). Son emploi ne fut pas très-général jusqu'à la fin de ce siècle, et il fallut sans doute une centaine d'années pour qu'on se décidât à adopter les remparts en terre (2). Les tours qui recevaient l'artillerie de la défense étaient ordinairement rondes.

Le plus ancien écrivain dont on ait imprimé les œuvres sur ce sujet paraît être Francesco de Giorgio, architecte de Sienne en Italie, qui vécut de 1423 à 1506. Dans les projets qu'il indique dans son ouvrage (imprimé pour la première fois à Turin en 1841), il tire son flanquement de tours rondes placées aux saillants, et rattachées immédiatement à l'enceinte, ou reliées par de

(1) Casiri cite son emploi, par le roi de Grenade, à l'attaque de Baya, en 1312. En Italie, le docteur Gaye a trouvé des *canons de métal* mentionnés parmi les approvisionnements de guerre de Florence, le 11 février 1326.

Barbour cite des *crakis* de guerre employés en Ecosse par Edouard III, dans son expédition de 1327.

(2) Cependant les anciens employaient souvent les remparts en terre : Vegéce recommande un rempart formé de deux murs avec un intervalle de 20 pieds rempli de terre.

doubles murs ou des galeries (pl. V. fig. 84). Au lieu de ces tours ou en sus de ces tours, il emploie quelquefois des caponnières voûtées à l'épreuve, qui présentent bien la forme bastionnée, et qui sont en somme le véritable germe des ouvrages projetés à la fin du siècle dernier par Montalembert, et exécutés dans ces dernières années dans un grand nombre de forteresses d'Allemagne. On trouve dans ses dessins le glacis et le chemin couvert, une cunette dans le grand fossé, des galeries d'escarpe, des fausses brayes couvrant les courtines, et un ravelin, auquel il donne le nom de *rivellino*. Son rempart consiste en un double mur avec contreforts, les intervalles étant remplis de terre.

A mesure que l'artillerie se perfectionna, il fallut améliorer les ressources de la défense, et ce fut l'objet des études de plusieurs des grands génies qui illustrèrent alors l'Europe méridionale. L'architecture militaire fut un des arts que possédait Léonard de Vinci (1452-1519), bien qu'il ne semble pas avoir laissé d'ouvrage sur cette matière. Machiavel traite de la fortification comme branche de son *art de la guerre* (1521), avec beaucoup d'intelligence et de jugement, bien qu'avec peu de détails. Albert Dürer publia en

1527 sur ce sujet un livre dont les considérations semblent avoir inspiré les projets de Montalembert et les travaux exécutés en Autriche dans ces dernières années.

Des bastions avec leur forme actuelle paraissent avoir été construits pour la première fois par Michael San Michele, illustre architecte et ingénieur italien, à Vérone, vers 1527, date inscrite sur un des bastions de la ville. Mais, ainsi que nous l'avons dit, le tracé est assez clairement indiqué dans l'ouvrage de Francesco, et le perfectionnement n'est pas tel qu'on puisse facilement lui assigner une date précise. La manière d'établir les fronts bastionnés fut amenée à un point assez avancé par les Italiens et les Espagnols pendant les cent années qui suivirent; on en voit des preuves dans les Pays-Bas, (la citadelle d'Anvers, par exemple), et dans une partie des immenses travaux de Malte, dans les fronts de la cité Valette du côté de la terre, exécutés en 1568, avec des escarpes de 170 pieds, et dans les grands et solides bastions du faubourg Floriana, construits en 1635. Le nouveau système se propagea jusqu'à Leith en 1549, époque à laquelle ce port fut entouré de huit fronts bastionnés par un homonyme d'un illustre architecte militaire plus mo-

derne, par André de Montalembert, chevalier d'Essé (1). Un quart de siècle plus tard, Berwick fut enfermé dans les remparts qui l'environnent encore (2)

Les Italiens furent longtemps les ingénieurs de presque toutes les armées de l'Europe. Gabriel Martinengo, de Brescia était l'ingénieur en chef des chevaliers de l ordre de Saint-Jean dans leur héroïque défense de Rhodes en 1522. L'ingénieur qui fortifia Anvers pour le duc d'Albe, en 1568, était l'Italien Paciotto (3), et ce fut l'Italien Fré-

(1) Né dans le Poitou, en 1483, il se distingua dès sa jeunesse dans les guerres d'Italie. En 1543, il défendit, avec succès, pendant trois mois et demi, contre l'empereur Charles V, la ville de Landrecies, dont les fortifications étaient alors en tel état, *qu'on la disait*, dit Brantôme, *n'estre faicte que de boue et de crachats*. Dans une de ses sorties, la garnison prit une pièce de canon, qu'elle précipita dans le fossé. En 1549 il fut envoyé en Ecosse à la tête des troupes françaises qui allaient secourir Marie de Guise. A son retour, il fut reçu avec beaucoup d'honneurs et fut bientôt après chargé de défendre Thérouanne contre l'empereur. Il fut tué là sur la brèche par un soldat espagnol, en 1553.

(2) La figure 114 indique que les fortifications construites par d'Essé à Leith, suivant un plan de Leith et d'Edimbourg, gravé sur bois, en 1577, d'après une reconnaissance faite, en 1573, par les ingénieurs de la reine Elisabeth, pendant le siége du château d'Edimbourg. La figure 115 représente la fortification de Berwick, dont les bastions avaient des orillons carrés et des cavaliers.

(3) Dans *l'Histoire de la révolte des Pays-Bas*, de Schiller. On fit de plus grands bastions dans le siècle suivant; mais les travaux de Paciotto sont restés, comme cavaliers, en dedans de l'enceinte. Un des bastions porte encore son nom.

déric Gianibelli, de Mantoue, que la reine Elisabeth envoya aux bourgeois de cette même ville d'Anvers pour les aider dans leur lutte contre le duc de Parme, le succsssseur du duc d'Albe, en 1585. Il avait auparavant été employé en Angleterre à diriger l'établissement d'une enceinte bastionnée au château de Carisbrooke (4). Et jusque sur les bords éloignés de la Tweed et de la Teviot, en 1544, lorsque lord Hertford envahit l'Ecosse, nous trouvons *nos vieux ennemis d'Angleterre*. aidés par un ingénieur italien à battre en brèche l'abbaye de Kelso, et à faire une redoute sur ses ruines, dévastation que nos voisins attribuent sans doute aujourd'hui à John Knox (5).

Machiavel dit que les Italiens entendaient peu la fortification avant l'invasion du roi de France Charles VIII en 1494, et attribue aux exemples donnés par les Français les perfectionnements obtenus à cette époque. Cette différence entre les deux nations ne resta pas toujours la même. Les ingénieurs français, qui furent plus tard les maî-

(4) Dans le siècle suivant, Pompeïo Romano conduisit, sous les ordres de Spinola, les travaux d'attaque contre Ostende, en 1604, et il fut plusieurs années après, en 1627, appelé par Richelieu, pour être ingénieur en chef au siége de la Rochelle.

(5) Préface de la chronique de l'abbaye de Kelso, par Cosme Innes, Esquire.

tres en fortification, firent peu de progrès pendant le XVI[e] siècle, et à cette époque au contraire l'Italie se distingua dans la pratique de cette science, et de plus elle mit au jour de nombreux ouvrages qui s'y rapportaient (1). Les ouvrages les plus remarquables de cette période sont celui de Tartaglio (1546), qui décrivit le premier complétement un système bastionné; l'architecture militaire de Francesco di Marchi (1546), et un ouvrage publié à Venise en 1564, dans lequel on trouve mélangés des chapitres sur la fortification par Girolamo Maggi et par le capitaine Jacopo Castriotto.

La faiblesse des places fortes de France fut comprise par Sully, qui avait signalé son talent d'ingénieur en assiégeant plusieurs d'entre elles, et qui, à ses fonctions de premier ministre d'État et des finances, joignait celles de grand maître de l'artillerie, et de surintendant des fortifications. Il essaya d'y remédier en formant en 1604 un corps d'ingénieurs militaires instruits (comme il n'en fut créé en Angleterre qu'un siècle et demi plus tard, en 1757) et en encourageant leurs essais. Le premier auteur français fut Erard,

(1) Il avait paru environ trente ouvrages avant 1600.

de Bar-le-Duc, dont le travail fut publié en 1594, et après lui ce fut Deville sous le règne suivant en 1628, et Fabre en 1629. Chez tous le tracé des bastions est mauvais, les flancs étant perpendiculaires à la courtine, ou même aux faces (comme dans le tracé d'Erard), et placés en arrière de grosses tours placées aux épaules et nommées *orillons*, et qui absorbaient les deux tiers des flancs. Ce tracé étranglait les bastions et leur donnait la forme d'un as de pique. Le plus judicieux des écrivains français de cette première période est le comte de Pagan, dont le traité fut publié en 1645. Son tracé a une grande analogie avec celui de Vauban; mais ses bastions, dont le développement est assez vaste et dont les angles de défense sont droits, sont occupés à l'intérieur par trois étages de bouches à feu placés les uns derrière les autres sur les flancs.

Les meilleurs projets des écrivains que nous citons ne paraissent pas l'emporter sur ce qui avait été déjà exécuté ou proposé par les Italiens, et c'est surtout l'honneur d'avoir été les devanciers de *Vauban* qui leur donne droit à être cités.

Le système de fortification le plus ordinairement enseigné est le *premier système de Vauban*. Cet illustre guerrier ne l'a jamais décrit méthod-

diquement comme un système, mais les ingénieurs qui l'ont suivi l'ont déduit de l'examen et de la comparaison des nombreuses places qu'il construisit ou remodifia, comme Lille, Strasbourg et Givet.

Le contour extérieur de toute place est considéré comme un polygone. En réalité, ce polygone est généralement irrégulier, puisque la configuration du sol amène des inégalités entre ses angles ou ses côtés; mais quand il ne s'agit que d'étudier le système on suppose ce polygone régulier. Le côté du polygone est cette ligne à laquelle nous avons déjà donné le nom technique de *côté extérieur*. Nous avons vu que sa longueur était déterminée par quelques conditions obligées; quel que soit par conséquent le nombre de côtés du polygone formé par une place, la longueur de chaque côté extérieur est constante; et par suite plus la place est grande, plus il doit y avoir de ces côtés.

Sur chaque côté extérieur on établit un front de fortification; et nous allons voir de quelle manière on y parvient en suivant le premier système de Vauban.

Nous avons vu dans la fortification passagère que la magistrale, c'est-à-dire la ligne servant à

fixer le tracé, était la crête du parapet. Dans la fortification permanente, c'est ordinairement la ligne qui représente la position du *cordon* ou tablette du revêtement de l'escarpe.

Soit A B C D (Pl. IX, fi. 1) une portion du polygone, un hexagone, par exemple, dont chaque côté a une longueur de 180 toises, abaissons sur les côtés les perpendiculaires Oa, Oa, Oa, prenons la perpendiculaire *ab* égale au $\frac{1}{6}$ du côté extérieur Bc, et joignons *b* aux angles du polygone. Sur ces nouvelles lignes prenons des longueurs C H, BE, etc., égales aux $\frac{2}{7}$ du côté extérieur; des points E et H comme centres, avec le rayon EH, décrivons des arcs de cercle coupant en G et F les lignes *Bb* et *Cb* ; si l'on joint EF, GH, FG, on obtient sur chaque côté du polygone un tracé bastionné dans lequel B E, CH sont *les faces* des bastions, EF, GH, *les flancs;* FG, *la courtine*, et BG et CF, *les lignes de défense.*

L'angle C ou B des bastions est *l'angle flanqué;* BEF ou CHG, *l'angle d'épaule*; EFG ou FGH *l'angle de courtine,* BC H ou C BE, *l'angle diminué;* E FC ou B G H, *l'angle de défense.*

GK est *la gorge* du bastion, et si l'on prolonge deux courtines jusqu'à leur rencontre au milieu

du bastion, comme on le voit au bastion B, chaque prolongement forme *la demi-gorge* du bastion.

On appelle encore O a le *rayon droit* O B le *rayon oblique* (1), et le *côté intérieur* est formé par la courtine prolongée jusqu'à la rencontre des deux *rayons obliques*. Mais quelques-unes de ces désignations techniques n'ont que peu ou point d'utilité.

Nous avons dit que dans ce cas la perpendiculaire *ab* était égale au $\frac{1}{6}$ du côté extérieur. Il est évident que l'angle flanqué du bastion augmente à mesure que la perpendiculaire diminue, et qu'il diminue en même temps que le nombre de côtés du polygone. Il en résulterait que pour un polygone d'un petit nombre de côtés, de longues perpendiculaires rendraient très-aigus les saillants des bastions. Pour cette raison, dans le cas d'un carré, on donne à la perpendiculaire le $\frac{1}{8}$ seulement du côté extérieur (ce qui donne aux saillants une ouverture d'environ 60°); dans un pentagone, le $\frac{1}{7}$ du côté extérieur (les saillants ont alors 76° environ); dans les polygones d'un plus grand nombre de côtés, on

(1) On donne plus habituellement à ces lignes les noms de *capitale de la courtine* et *capitale du bastion*. (*Note du Traducteur.*)

prend le $\frac{1}{6}$, et on a alors 83° au saillant dans un hexagone, 92° dans un heptagone, et 98° dans un octogone.

On remarquera que les angles de défense sont un peu aigus; à cet égard Vauban s'est un peu écarté de la construction de Pagan, pour se rapprocher des anciens tracés. Il paraît avoir eu pour but de permettre aux pièces des flancs les plus voisines de l'angle dépaule de mieux voir le saillant du bastion et l'emplacement probable de la brèche. D'autres ingénieurs ont depuis donné 90° à cet angle de défense.

Le fossé du corps de place a de 16 à 18 toises devant le bastion; la contrescarpe est donnée par des arcs de cercle décrits des saillants des bastions comme centres avec un rayon de cette longueur, et on achève de la déterminer en menant par les angles d'épaule des bastions collatéraux des tangentes à ces arcs.

L'ensemble du rempart et du parapet prend le nom d'*enceinte*, quand on veut les distinguer des ouvrages extérieurs.

La figure 2, pl. IX, indique l'enceinte et les ouvrages extérieurs d'un front de fortification.

Le grand ouvrage triangulaire A est appelé *ravelin* ou *demi-lune* (1). DF est le *chemin cou-*

vert, et E le *glacis*; B est *la tenaille* et C, *la caponnière*.

Voici le tracé de ces divers ouvrages : (Pl. IX, fig. 2).

Demi-lune. A partir de l'angle rentrant de la contrescarpe devant la courtine, prenez 50 toises sur la capitale vers l'extérieur; ce point sera le saillant de la demi-lune (2). Ses faces sont dirigées sur des points des faces des bastions pris à 5 toises des angles d'épaule.

Le fossé de la demi-lune a une largeur uniforme qui varie de 10 à 12 toises, avec un arrondissement au saillant comme pour celui du corps de place.

(1) Ce nom de *demi-lune* paraît avoir été appliqué d'abord à une *bonnette* ou un bastion détaché en avant pour couvrir les tours d'anciens forts, et qui avait une forme analogue à celle d'un chapeau à cornes, avec une gorge arrondie en forme de croissant. Mais il y a des exemples d'ouvrages demi-circulaires établis dans la position du *ravelin*, comme au château de Carisbrooke.

(2) Cette construction donne une demi-lune un peu plus grande que celle déduite par Noizet-Saint-Paul, des ouvrages construits par Vauban, et qui consiste à donner à la face de la demi-lune les $\frac{2}{7}$ du côté extérieur, comme à la face du bastion. Bousmard arrive à une demi-lune encore plus petite, car il met son saillant à la rencontre de la capitale avec un arc de cercle décrit de *l'angle de courtine* comme centre, avec un rayon égal à la distance de ce point à l'autre angle d'épaule. Mais son éditeur fait observer que cette méthode n'est applicable que si la face de la demi-lune est dirigée sur l'angle d'épaule, de manière à démasquer tout le feu du bastion, le flanc et l'épaule étant couverts par un orillon.

Chemin couvert et glacis. Le chemin couvert a 6 toises de largeur et règne tout autour de la contrescarpe, qui le limite vers l'intérieur. Du côté de l'extérieur, les crêtes se prolongeant droites jusqu'à leurs points de rencontre, tandis que la contrescarpe a des arrondissements, il reste dans l'intervalle de grands espaces que l'on appelle *les places d'armes saillantes*. On se ménage encore des places d'armes aux angles rentrants du chemin couvert de la manière suivante: à partir de l'angle *b* de la contrescarpe on prend deux longueurs *be, bc,* de 18 toises; aux points *c* on élève des perpendiculaires *ca* jusqu'à la rencontre des crêtes du chemin couvert; de ces points *a* on mène deux lignes *a d* faisant un angle de 100° avec ces crêtes. L'espace ainsi limité forme *la place d'armes rentrante.*

Le bord extérieur du chemin couvert et de ses places d'armes, déterminé comme nous l'avons dit, forme la crête du glacis (E) qui sert de parapet au chemin couvert. Le talus du glacis a 25 toises de largeur.

Pour protéger le chemin couvert contre le feu d'enfilade, Vauban y plaça des traverses perpendiculaires à la direction de ses branches. Il en mit ordinairement deux sur chacune des bran-

ches qui entourent le bastion et trois sur celles qui entourent la demi-lune. Les lignes *a e*, *a é*, désignent les crêtes des traverses adjacentes aux places d'armes rentrantes. Les prolongements des faces des bastions et de la demi-lune jusqu'à la contrescarpe donnent les points où doivent aboutir les pieds des talus extérieurs des traverses adjacentes aux places d'armes saillantes. Dans les longues branches qui couvrent la demi-lune, la troisième traverse se place à égale distance des deux premières. Comme les traverses s'étendent sur toute la largeur du chemin couvert, il est nécessaire de ménager un passage autour de leurs extrémités au moyen d'entailles dans le glacis. Ces passages se nomment des *crochets* et sont ou *doubles* comme en *e*, ou *simples* comme en *f*. Ils ont neuf pieds de largeur.

La *tenaille* B a ses faces menées suivant les lignes de défense. Cet ouvrage a 6 toises d'épaisseur, et on laisse entre ses extrémités et les flancs des bastions des intervalles de 5 toises de largeur, que l'on appelle les *Trouées* de la tenaille.

La *caponnière* (C) consiste en deux parapets larges et disposés comme des glacis, et laissant entre eux un passage qui traverse le grand fossé.

Chaque talus a 12 toises de largeur, et la largeur du passage d'une crête à l'autre est de 3 à 4 toises. On laisse un espace libre de 9 pieds de largeur entre les talus de la caponnière et la gorge de la demi-lune.

La demi-lune sert à donner un feu énergique sur le saillant du bastion; elle couvre en grande partie les flancs, la courtine et la tenaille d'un feu éloigné; et elle constitue un ouvrage extérieur solide qu'il faut prendre avant de pouvoir donner l'assaut à la brèche faite au bastion; ce qui oblige l'assiégeant à un plus grand développement de forces et de travaux. En même temps la saillie de la demi-lune procure des angles rentrants propres à l'établissement de places d'armes pour la défense du chemin couvert. On donne quelquefois de petits flancs à la demi-lune, afin de pouvoir diriger un feu plus direct sur la partie de la face du bastion qui est plus susceptible d'être entamée par la brèche. Mais cette disposition, employée dans le tracé de Vauban, expose l'angle d'épaule à être battu directement du glacis.

Dans beaucoup de vieilles forteresses d'Europe, et dans un très-grand nombre de places des Indes, on trouve une seconde ligne de parapets,

appelée *fausse-braye*, qui entoure l'enceinte et lui est reliée. Elle est généralement placée dans le plan du terrain naturel et destinée à battre la contrescarpe. Cette disposition, qui divise en deux la hauteur de l'escarpe, est favorable à l'escalade, et les branches de la fausse-braye, se trouvant plus basses que la crête du glacis, sont très-exposées à être enfilées par les batteries que l'ennemi viendra y établir. De plus ses vues sur la campagne sont masquées par le glacis en avant. La fausse-braye a encore le défaut de rétrécir beaucoup les bastions. Il en résulte qu'elle a été rarement employée en Europe; mais la tenaille introduite par Vauban à Lille, en 1670, peut-être considérée comme une portion de fausse-braie. Elle est détachée de l'enceinte, en sorte que l'escarpe conserve toute sa hauteur, et les défenseurs de la tenaille ne sont pas exposés à être atteints ou gênés par les éclats et les décombres que le feu de l'ennemi fera tomber du haut de la courtine. Cette tenaille couvre en même temps plus des deux tiers de l'escarpe des flancs et de la courtine, et surtout les poternes, contre le feu des batteries de brèche établies sur le glacis ou dans la demi-lune. Elle donne aussi un bon feu de mousqueterie à petite distance sur l'inté-

ieur de la demi-lune. Enfin elle sert dans les ossés secs à protéger le rassemblement des troues qui doivent s'élancer sur l'ennemi quand il lescend dans le fossé, et elle donne un port couvert pour les bateaux si les fossés sont pleins d'eau. Comme la tenaille ne demande pour ainsi dire pas de remblais, c'est tout un déblai de moins que l'on a à faire. A Huningue, à Sarrelouis et dans d'autres places, Vauban a construit cet ouvrage comme un petit front de fortification, dont les flancs étaient parallèles à ceux du corps de place.

La caponnière, comme nous l'avons tracée, protége la communication de la demi-lune contre les coups éloignés qui viennent enfiler le fossé; mais comme elle devient inutile quand l'ennemi est établi sur le glacis en avant des bastions, on recommande souvent de la voûter à l'épreuve. Une caponnière ainsi disposée, et crénelée ou agrandie pour recevoir de l'artillerie, peut contribuer grandement à la défense du fossé. Ce sont de grandes caponnières de ce genre qui caractérisent particulièrement plusieurs forteresses modernes d'Allemagne.

Vauban donnait ordinairement 5 pieds d'épaisseur au mur d'escarpe à la hauteur du terre-

plein du rempart; au-dessus le mur de revêtement était vertical et n'avait que 3 pieds; il donnait aux murs des contrescarpes 3 pieds 3 pouces au sommet.

Dans ce système les revêtements ont un fruit du $\frac{1}{5}$ de la hauteur du mur au-dessus du cordon. Les escarpes sont en outre consolidées en arrière par des *contreforts* verticaux espacés entre eux de 15 à 18 pieds. Voici la règle qui sert à trouver leurs dimensions horizontales :

Pour un revêtement de 10 pieds de haut, le contrefort a 4 pieds de long et 3 pieds d'épaisseur à la racine; pour chaque surélévation de 5 pieds on allonge le contrefort d'un pied et on l'élargit de 6 pouces. L'épaisseur du contrefort à la queue, c'est-à-dire à la partie la plus éloignée du revêtement, est toujours de $\frac{2}{3}$ de son épaisseur à la racine.

La profondeur et la largeur des fondations des murs de revêtement dépendent entièrement de la nature du sol; on peut les représenter pour chaque mur avec une profondeur de 3 pieds, et une largeur d'un pied plus forte que celle du mur au-dessus.

On peut employer aussi le revêtement ordinaire ou le demi-revêtement, mais Vauban pré-

férait généralement revêtir l'escarpe sur toute sa hauteur. Dans son *Traité de la défense des places,* il donne la préférence au revêtement modifié de manière à laisser un *chemin des rondes* entre le mur et le parapet.

Un *bastion plein* est celui dont tout l'espace est occupé par le terre-plein; dans un *bastion vide*, le terre-plein est limité parallèlement aux crêtes, et l'espace intérieur reste à la hauteur du terrain naturel.

Tous les parapets, y compris les glacis, les traverses du chemin couvert, et la caponnière, sont munis de banquettes pour la fusillade, excepté à l'emplacement occupé par les bouches à feu sur le rempart.

Voici les largeurs en plan des différents talus d'un front, en négligeant les fractions au-dessous de 6 pouces :

La plongée et le talus intérieur ont constamment 18 pieds et 1 pied 6 pouces, excepté pour la tenaille dont la plongée n'a que 15 pieds. La largeur de 1 pied 6 pouces se réduit quelquefois à un pied.

La banquette a partout 5 pieds et son talus 6 pieds.

Corps de place		*Demi-lune*	
Talus de rempart.....	17 pieds.	Talus de rempart.....	9 pieds.

Terre-plein (y compris la banquette et le talus intérieur	36 pieds.	Terre-plein (y compris la banquette et le talus intérieur	30 pieds.
Talus extérieur du parapet (n'existe pas avec les revêtements complets).		Talus extér. (n'existe pas avec les revêtements complets.)	
Fruit de l'escarpe (avec les revêtements complets).	7 pieds.	Fruit du mur de gorge	3 p. 6 p.
Id. (avec les demi-revêtement)	5 p. 6 p.	Id. de l'escarpe	5 p. 6 p.
Chemin couvert		*Tenaille*	
Fruit de la contre-escarpe	3 p. 6 p.	Terre-plein	33 pieds.
		Fruit du mur de gorge	3 pieds.
Talus extérieur des traveses	5 pieds.	Id. de l'escarpe	3 pieds.

Les rampes destinées à amener les troupes et les bouches à feu sur les terre-pleins se placent le long des flancs dans les bastions vides, et à la gorge des bastions pleins. Dans la demi-lune on les place près des saillants.

La longueur d'une rampe dépend évidemment de la hauteur à franchir, et de l'espace qu'on peut lui accorder sans inconvénient; elle varie de 6 fois à 10 fois la hauteur. Dans la place les rampes peuvent avoir 45 mètres de longueur et 4^{m} 50 de largeur; dans la demi-lune de 18 à 22 mètres de longueur et 3^{m} 60 de largeur. La fig. 3, pl. IX indique le tracé des rampes de la demi-lune.

On construit ordinairement des barbettes de 1 à 3 pièces aux saillants des bastions de et la

demi-lune. Chaque pièce de place en barbette demande 6 mètres de longueur de crête et 8 mètres dans l'autre sens.

Communications. On établit sous le milieu de la courtine un tunnel ou passage voûté appelé poterne, pour communiquer du corps de place dans le fossé. Si c'est un fossé sec, la poterne aboutit à 6 pieds au-dessus du fond et on complète la descente au moyen d'une rampe mobile en charpente. Une voûte pareille, passant sous le milieu de la tenaille, communique avec la caponnière.

Des escaliers conduisent du fossé à la tenaille, à la demi-lune et aux places d'armes rentrantes; leur longueur varie dans chaque cas, suivant la hauteur à franchir. Si chaque marche a 8 pouces de hauteur, il en faudra trente pour une hauteur de 20 pieds. La largeur des escaliers est de 6 pieds et la première marche forme un palier de 6 pieds de largeur. Les autres marches ayant un giron d'un pied, excepté la marche supérieure qui est de niveau avec le sommet du mur, la longueur totale de l'escalier sera de 28 pieds. La fig. 4, pl. IX indique le tracé d'un escalier à la place d'armes rentrante. On place aussi souvent des escaliers à la place d'armes saillante, comme

dans la fig. 5, pl. IX; mais il ne faut pas les recommander, parce que les défenseurs doivent se replier de traverse en traverse jusqu'à la place d'armes rentrante et seulement de là dans le fossé.

Il faut préférer les rampes aux escaliers quand on a suffisamment de place, parce que les escaliers peuvent être trop dégradés par les bombes.

On pratique dans le glacis des passages ou *sorties*, pour pouvoir porter en avant les troupes placées dans les places d'armes rentrantes. On les courbe pour qu'ils ne soient pas enfilés par l'ennemi.

On garnit de fortes palissades tout le développement des banquettes du chemin couvert et des traverses. Des barrières ferment les sorties du chemin couvert, et les passages autour des traverses.

En outre de ces communications avec les ouvrages extérieurs, on doit laisser un accès dans la place au roulage civil et aux grandes routes du pays. On choisit généralement pour ces entrées les fronts les moins exposés à une attaque. La route arrive au chemin couvert en suivant un tracé sinueux coupé dans le glacis, passe sur un pont le fossé de la demi-lune, et traverse son parapet sous une voûte; un second pont la con-

duit à la tenaille qu'elle traverse et un troisième pont amène à l'escarpe du corps de place. Là une seconde voûte l'introduit dans la place en passant sous le milieu du rempart de la courtine.

Il y a dans ce qui précède assez de données pour l'établissement d'un plan détaillé du système. On aura ainsi toutes les dimensions horizontales. Pour construire un profil suivant une direction donnée, on prendra les dimensions horizontales suivant cette ligne, et le tableau suivant donnera tous les renseignements nécessaires pour trouver les dimensions verticales.

Relief total de l'enceinte, 43 pieds, dont 25 au-dessus de la surface du sol, et 18 au-dessous.

Hauteurs au-dessus de la surface du sol.

Crête du parapet du corps de place		25 pieds.
Cordon de l'escarpe du corps de place	avec un revêtement complet	17 p. 6 p.
	avec un $\frac{1}{2}$ revêtement complet	10 pieds.
Crête du parapet de la tenaille		5 pieds.
Id. — de la demi-lune		17 pieds.
Id. du glacis		8 pieds.
Id. des traverses du chemin couvert		7 p. 6 p.

La crête de la caponnière est à 9 pieds au-dessus du fond du fossé.

On peut donner une pente transversale de

6 pouces pour l'écoulement des eaux, aux terre-pleins du corps de place, de la tenaille et de la demi-lune et au chemin couvert; et relever pour la même raison de 2 pieds 6 pouces l'intérieur pe la demi-lune vers le saillant.

Il faut bien remarquer que l'on assigne souvent à ce système des profils très-différents. Celui que nous donnons ici est celui qui est enseigné à l'Académie Royale militaire. On donne quelquefois à ce système un commandement qui semble trop se rapprocher du caractère *rasant* particulier à l'école française moderne. La faible élévation de ces ouvrages au-dessus de la campagne s'accorde peu avec l'idée que nous nous faisons dans ce pays d'une grande forteresse Il y en a si peu en Angleterre que probablement peu d'élèves ont vu un parapet et un rempart en terre. Voici une description animée de l'impression produite sur Walter Scott par sa première visite aux grandes places des Pays-Bas. « Vous savez que je suis habitué à rencontrer dans la *Gazette* les termes de la fortification moderne; et à vous en entendre parler à propos de vos études militaires. Je dois avouer que les bastions, les ravelins, les demi-lunes, les courtines et les palissades résonnaient dans mes oreilles d'une façon

tout aussi poétique que les donjons, les barbacanes, les herses et les autres termes de l'ancien art militaire. Mais je ne pense plus qu'ils puissent désormais m'inspirer autant de respect. Vous voyagez dans votre cabriolet au milieu d'un pays aussi uni que la surface d'un lac, suivant une chaussée pavée, élevée comme en vue d'une inondation, sur un remblai bien plus haut que le pays découvert qu'elle traverse. A la fin vous découvrez le faîte d'un ou deux tristes clochers, qui, au lieu de s'élancer fièrement d'un groupe de maisons, se contentent de laisser paraître leurs timides flèches par dessus le glacis qui les entoure, comme s'ils appartenaient à une ville souterraine ou s'ils indiquaient l'emplacement d'une ville rasée. A dire vrai, les maisons de la ville, enfoncées à une grande profondeur au-dessous du talus des remparts qui les abritent, sont tout à fait cachées; et les fortifications elles-mêmes n'offrent à un observateur inexpérimenté que de grandes pentes de terre découpées suivant des formes et des contours bizarres, et soigneusement recouvertes de gazon. Cependant la disposition de ces clôtures si simples, tant pour leur commandement réciproque que pour leur action sur le terrain environnant, a été considérée, à juste

titre, comme un chef-d'œuvre de science militaire. En approchant davantage, celui même qui cherche le pittoresque éprouve une certaine satisfaction, surtout à l'entrée de la ville. Là, tournant brusquement dans une avenue étroite et profonde, et passant au milieu de ces remblais qui lui semblaient tout à l'heure si pacifiques et sans conséquence, il se trouve encore arrêté par des ponts-levis et des fossés, tandis que les canons des batteries environnantes semblent prêts à balayer le chemin qu'il parcourt. En continuant encore, il roule sur des ponts-levis dont les tabliers résonnent sous les pieds de ses chevaux et sous des voûtes qui répètent le claquement continuel du fouet de son cocher. » — *Lettres de Paul.*

CHAPJTRE IX

ATTAQUE D'UNE PLACE

Avant de décrire les perfectionnements que les modernes ont apportés au système de Vauban, il faut développer sommairement la méthode à suivre pour l'attaque d'une place, afin de mieux faire voir les améliorations dont la défense a besoin.

Le premier devoir de l'assiégeant est *d'investir* la forteresse, c'est-à-dire de l'environner de troupes qui empêchent la garnison de communiquer avec l'extérieur et la privent de tout secours de monde, de vivres ou de munitions. Le corps d'investissement fortifiera ses positions par des ouvrages de campagne, comme dans toute autre

occasion, suivant les instructions du général en chef. Si la puissance ennemie tient en campagne une armée assez forte pour inquiéter l'investissement, il sera nécessaire de consacrer un corps d'armée, appelé *armée d'observation,* à la surveiller et la tenir en échec.

On n'entretient pas constamment dans les places, même en temps de guerre, une garnison aussi nombreuse que celle qui est nécessaire pendant un siége, attendu qu'il est essentiel de profiter des troupes pour tenir la campagne jusqu'à ce qu'une attaque soit imminente. Il arrive aussi que de fortes places, où l'on a réuni les approvisionnements de vivres et de munitions d'une armée, se trouvent, à un moment donné de la campagne, dégarnies de presque toutes ces réserves. Il s'ensuit qu'il est quelquefois fort important de tenter l'investissement par surprise. C'est ainsi qu'en 1709, Tournai, l'une des plus ortes places de l'Europe, entourée de fortifications en bon état, et pleine de munitions, fut investie par les manœuvres habiles de Marlborough et du prince Eugène, et le siége entrepris, tandis qu'elle ne contenait pas la moitié de la garnison nécessaire pour sa défense, et que la moitié des officiers manquaient encore. Cette

faible garnison était même encore mal approvisionnée.

Il faut cependant, tout en opérant avec rapidité l'investissement, employer assez de monde pour s'assurer l'avantage en cas d'une rencontre avec la garnison. Lorsque lord Wellington vint reconnaître Badajoz en 1811, son escorte, composée d'un corps considérable de troupes légères et d'un peu de cavalerie, franchit à gué la Guadiana, et arriva inopinément devant la ville. En ce moment les sapeurs de la garnison, avec les chariots et les voitures, et escortés par deux ou trois bataillons, coupaient du bois à deux lieues de la ville, et il leur eût été impossible de rentrer dans Badajoz, si on eût eu connaissance de cette circonstance. Or il arriva qu'ils parvinrent si près de la place avant qu'on ne fût prêt à les attaquer que, la garnison put envoyer des renforts au convoi et l'aider à se faire jour au travers de l'armée anglaise qui perdit beaucoup de monde.

Les avantages de la garnison dans la lutte qui va s'ouvrir sont à différents degrés ceux que nous avons indiqués au chapitre Ier, comme spéciaux à la fortification. Les avantages de l'assiégeant consistent dans leur nombre plus considé-

occasion, suivant ... circonférence ... nt le c... chef. Si la puissa... ipli... une armée asse... ment, il sera ... d'armée, a... veiller et l...

On r... serait à la ... place... en exposant ses hom... aus... au feu de troupes garanties par da... Car il faut se rappeler la difficulté ... rencontre à franchir de hautes murailles ... nt pour descendre que pour remonter, ou à établir des batteries de brèche sur des points que la prévoyance de l'ingénieur a complétement couverts par l'artillerie tout autour de la place.

Si, comme cela s'est présenté souvent, la fortification a été établie avec peu d'habileté, il en faudra moins aussi pour l'attaque. S'il n'y a pas d'ouvrages extérieurs, si le flanquement est éloigné et incomplet, les contrescarpes faibles ou nulles, et l'escarpe découverte jusqu'au pied, il pourra suffire d'établir une batterie hors de la portée de la mousqueterie de la place, de faire une brèche et de donner l'assaut. Mais l'assiégeant ne devra plus agir de même s'il a devant

nous le ... du succès de cet

... de la méthode
... téressant de
... qu'elle a

... troupes de ... avancées ... la garde ... chan...

... ige au
...yer à établ... ...oyées
...atteries, la garde, et ... le
...arrière. Dès que ses batteries ... s
leur effet sur la défense, il portera ses t...
en avant, se fera de nouveaux abris, et cons...
s'il le faut de nouvelles batteries pour agir su...
celles que les premières ne pourraient atteindre. En même temps son artillerie continuera à jouer sur les ouvrages de la place pour les empêcher de tirer davantage. Quand il arrivera à portée de la mousqueterie du chemin couvert, il emploiera la sape pour continuer ses approches. Il dirigera naturellement ses attaques sur les capitales des saillants, où il n'a pas à craindre de feu de face, et il poussera la tranchée en zigzags, se couvrant de son parapet alternativement sur sa droite et sur sa gauche. Il ne s'exposera jamais à être enfilé par l'ouvrage extérieur le plus avancé, et il aura soin de ménager de nouveaux abris pour les

rable et leur position sur la circonférence d'un cercle dont les assiégés occupent le centre, ce qui permet de choisir et de multiplier les points d'attaque, de concentrer son feu et d'être à même d'enfiler les ouvrages de la place.

Si l'assiégeant, se fiant à sa supériorité numérique, s'avançait tout d'un coup et tentait une attaque de vive force, il laisserait à la défense le bénéfice de sa position en exposant ses hommes sans aucun abri au feu de troupes garanties par des parapets. Car il faut se rappeler la difficulté qu'on rencontre à franchir de hautes murailles tant pour descendre que pour remonter, ou à établir des batteries de brèche sur des points que la prévoyance de l'ingénieur a complétement couverts par l'artillerie tout autour de la place.

Si, comme cela s'est présenté souvent, la fortification a été établie avec peu d'habileté, il en faudra moins aussi pour l'attaque. S'il n'y a pas d'ouvrages extérieurs, si le flanquement est éloigné et incomplet, les contrescarpes faibles ou nulles, et l'escarpe découverte jusqu'au pied, il pourra suffire d'établir une batterie hors de la portée de la mousqueterie de la place, de faire une brèche et de donner l'assaut. Mais l'assiégeant ne devra plus agir de même s'il a devant

lui, comme nous le supposerons, une fortification bien entendue.

Plaçant soigneusement ses batteries de manière à enfiler les ouvrages qui ont des vues sur ses attaques, ou à écraser d'un feu supérieur ceux qu'il ne peut enfiler, il consacrera les hommes disponibles que son effectif considérable lui permet d'employer à établir des parapets pour couvrir les batteries, la garde, et les communications en arrière. Dès que ses batteries auront produit leur effet sur la défense, il portera ses travailleurs en avant, se fera de nouveaux abris, et construira s'il le faut de nouvelles batteries pour agir sur celles que les premières ne pourraient atteindre. En même temps son artillerie continuera à jouer sur les ouvrages de la place pour les empêcher de tirer davantage. Quand il arrivera à portée de la mousqueterie du chemin couvert, il emploiera la sape pour continuer ses approches. Il dirigera naturellement ses attaques sur les capitales des saillants, où il n'a pas à craindre de feu de face, et il poussera la tranchée en zigzags, se couvrant de son parapet alternativement sur sa droite et sur sa gauche. Il ne s'exposera jamais à être enfilé par l'ouvrage extérieur le plus avancé, et il aura soin de ménager de nouveaux abris pour les

troupes de garde dès que les attaques seront assez avancées pour n'être plus à portée du secours de la garde dans ses premières positions. En approchant du pied du glacis, il inquiétera le chemin couvert par ses projectiles creux, puis cheminera à la sape sur les saillants, élevant, s'il le faut, des massifs élevés garnis de parapets, d'où ses tirailleurs délogeront les défenseurs qui pourraient encore garnir les places d'armes saillantes ou les traverses. Etant ainsi parvenu à la crête du glacis, il prolongera ses cheminements à droite et à gauche en contournant la crête, et couronnera ainsi d'une bonne communication tout le développement du chemin couvert sur le front qu'il attaque. De là il découvrira les escarpes et il établira des batteries pour les battre en brèche et pour démolir les flancs qui peuvent encore contrarier sa marche sur les bastions. Pendant que ceci s'opère, il fait une descente de fossé soit en renversant la contrescarpe par la mine, soit en creusant une galerie. Dès que la brèche est praticable, on fait une sape à travers le fossé et sur le talus de la brèche; si c'est à un ouvrage extérieur, on fait un logement sur le parapet; si c'est au corps de place, et que l'on ait ainsi accès à l'intérieur, on donne l'assaut quand la

garnison ne capitule pas, et du succès de cet assaut dépend la prise de la ville.

Avant d'entrer dans les détails de la méthode d'attaque moderne, il peut être intéressant de faire une courte esquisse des phases qu'elle a subies.

La manière classique de faire un siége au moyen de grandes tours en bois, employées comme cavaliers mobiles, se continua dans le moyen âge, où l'on trouve souvent ces machines embarrassantes désignées sous le nom de *beffrois*, et *chats-chateils*. On appuyait leurs approches par une artillerie de machines qu'on peut être porté à mépriser, mais qui avait cependant assez de puissance et de précision pour faire des brèches praticables (1). Ce résultat s'obtenait aussi, comme par le passé, en creusant sous les murailles des excavations étayées par des bois secs auxquels on mettait ensuite le feu à volonté.

(1) Les Croisés, au siége de Saint-Jean-d'Acre, firent brèche avec des machines lançant des pierres. A ce siége, une pierre seule, lancée par un mangonneau du roi Richard, suffit pour tuer douze hommes de la garnison. Dans un des siéges des Anglais en Écosse, les assiégeants lancèrent avec leurs machines, dans la ville, des carcasses de chevaux morts. Froissart raconte qu'au siége d'Auberoche, les Français ayant saisi un messager anglais, lui attachèrent ses dépêches autour du cou, le mirent dans une de leurs machines et le lancèrent dans la forteresse.

L'emploi du canon dut bientôt faire abandonner l'attaque par les tours mobiles en bois (1), mais le vieux procédé des mines fut employé plus de cent cinquante ans après l'introduction de la poudre. Un ingénieur génois chargea pour la première fois des mines avec de la poudre au siége de Sarzanella, en 1487, et cette tentative échoua. Pierre de Navarre, un des premiers ingénieurs célèbres de l'époque moderne, avait été témoin de cet essai, et le renouvela plusieurs fois pendant qu'il était au service de l'Espagne. En 1503, enfin, ses efforts furent complétement couronnés de succès par la prise du château de l'Œuf, à Naples, forteresse dont Froissart avait dit, un siècle auparavant, qu'il était impossible de la prendre autrement que par la sorcellerie et avec l'aide du diable.

L'attaque des places, au seizième siècle et au commencement du dix-septième, consistait généralement en deux approches mal couvertes, quelquefois au moyen d'un mauvais tracé en zigzags, plus souvent au moyen de nombreuses redoutes, avec des places d'armes parallèles

(1) Cependant, en 1453, les Turcs employèrent encore pour la prise de Constantinople les anciennes tours et les béliers, concurremment avec l'artillerie de siége.

au front d'attaque et dont les parapets étaient tenus assez hauts pour couvrir la tranchée qui arrivait droit derrière, ou encore avec des traverses placées d'équerre sur la tranchée. Quelquefois les approches se composaient de deux branches défilées, partant de deux points éloignés de la ligne d'investissement et se croisant près du glacis. Dans chaque cas les approches étaient réunies près de la contrescarpe par une parallèle ou logement couronnant la crête du glacis. La batterie principale se construisait en même temps que le commencement des approches et entre elles deux, (pl. VII, fig. 101); on en ajoutait quelquefois une à chaque extrémité. Ces batteries tiraient indifféremment sur la ville et sur la fortification et étaient placées au centre de redoutes ou de petits ouvrages solidement défendus (pl. VII, fig. 100). Au commencement de la période dont nous parlons, les batteries étaient fort élevées, afin de commander les remparts que l'on attaquait. Dans les longues guerres des Pays-Bas, de 1568 à 1648, époque pendant laquelle chaque forteresse de la frontière hollandaise fut plusieurs fois prise et reprise, on avait acquis beaucoup d'expérience pour l'attaque et

beaucoup perfectionné les détails d'exécution. Ceux qui se distinguèrent le plus, furent les deux grands militaires de la maison de Nassau, Maurice et son frère Frédéric-Henri, ainsi que leur illustre adversaire, Ambroise Spinola. De tous les coins de l'Europe, des aventuriers accouraient vers cette école de la guerre. Entre autres compagnons du prince Maurice, on trouve sir Francis Vere, dont le talent et l'énergie dans la défense d'Ostende et d'autres places lui assurent une place parmi le petit nombre des célèbres ingénieurs anglais, et parmi les grands capitaines.

A mesure que les approches se rapprochaient de la place, on *blindait* les sapes, c'est-à-dire qu'on les recouvrait de pièces de bois à l'épreuve de la mousqueterie, on les abritait par des châssis en bois appelés *chandeliers*, assez rapprochés les uns des autres, remplis de fascines, et placés transversalement par-dessus la tranchée ou en crémaillère les uns en avant des autres (pl. VII, fig. 100). Mais dès 1629 à l'attaque de Bois-le-Duc, le prince Frédéric-Henri substitua à ces masques les véritables sapes doubles avec des traverses, comme on les fait encore dans les

écoles (1). Sur la crête du glacis nous trouvons des contre-batteries dirigées contre les flancs, en même temps que des batteries de brèche. On terminait cependant généralement les brèches par la mine. La descente et le passage de fossé s'opéraient à très-peu près comme maintenant; mais le passage de fossé était blindé comme la descente (2). Les travaux de l'attaque propre-

(1) Voici une description curieuses des sapes et des mines exécutées dans les Indes dès le XVI[e] siècle : « En 1567, Akbor, ayant investi Chittour, employa cinq mille ouvriers de tout genre à faire » le siége. Les approches se firent au moyen de *sabats*, genre » d'abri pour les assiégeants, qui est *particulier aux Indiens;* ces » *sabats* étaient établis de la manière suivante : Les zigzags, com» mençant à portée du canon du fort, se composaient d'un double » mur, et au moyen de blindes ou de gabions farcis, recouverts de » cuir, les assiégeants continuaient leurs approches jusques près » des murs de la place. Les mineurs creusaient alors leurs puits, et » poussaient leurs galeries souterraines pour établir leurs mines, » où ils plaçaient la poudre et faisaient sauter les remparts. Les » colonnes s'élançaient alors des *sabats* ou galeries supérieures, et » donnaient l'assaut. Dans la circonstance actuelle, après avoir » exécuté deux sabats ou galeries supérieures, on creusa deux mi» nes sous des points différents des bastions, et on les fit jouer en » même temps. » — « En 1596, au siége d'Ahmednuggur, on voit » encore les assiégeants ouvrir la tranchée et faire leurs approches » en élevant des cavaliers, établissant des batteries, et creusant » des mines; ils furent vigoureusement combattus par les contre» mines de la défense. » *Histoire de l'Hindoustan*, par Feriphta, traduit par Brigg.

(2) Ces galeries et autres auvrages semblables étaient exécutés à l'entreprise par les ingénieurs, qui couraient tous les risques du tort que pouvait leur causer l'ennemi, et payaient une somme

ment dite étaient peu de chose à côté des lignes auxiliaires de circonvallation, pour lesquelles on prenait beaucoup de peine. Celles du prince d'Orange étaient fraisées et palissadées, elles avaient un grand relief et un double fossé. Il les flanquait de distance en distance, non par de simples redans, mais par des forts bastionnés, des ouvrages à cornes et des couronnes (1). Il faisait travailler les paysans à une partie de ces ouvrages. Dès le premier investissement on les plaçait en grand nombre à creuser un fossé grossièrement tracé autour de la place, en et même temps les ingénieurs traçaient à l'intérieur les détails plus étudiés de leur circonvallation.

convenue pour chaque jour de retard au-delà de l'époque fixée pour le complet achèvement du travail, tandis qu'ils recevaient une gratification pour chaque jour gagné sur ce même délai. « Cette » même nuit les Ecossais entreprirent leur travail sous la direction » d'un nommé James Lecky, qui devait recevoir 30,000 gilders pour » l'achèvement de l'ouvrage. » *Lightgow, récit du dernier siége de Breda*, 1637.

(1) Les doubles lignes de Frédéric-Henri, autour de Breda (en 1637), avaient chacune au-delà de 18 milles de développement. D'où il résultait, dit Lightgow, que Breda se trouvait au centre, comme un arbre de mai au milieu d'une place, ou un voleur, condamné à mort, au milieu d'une salle publique. La ligne de circonvallation de Spinola autour de la même ville (en 1625) avait 12 milles de parapet, et la contrevallation, qui avait 16 milles, était flanquée par 96 redoutes, 37 forts et 45 batteries. A Bois-le-Duc, l'ensemble des travaux de Frédéric-Henri, atteignait près de 70 milles.

Les Turcs, qui avaient, comme les autres nations demi-barbares de l'Orient, un talent instinctif pour les retranchements, et de nombreuses armées pour les exécuter, avaient depuis ongtemps l'habitude de faire des zigzags pour leurs approches, et traçaient des tranchées parallèles à la place, comme places d'armes, pour le soutien de leurs attaques, qui atteignaient quelquefois un développement énorme, comme devant Candie en 1669 et au mémorable siége de Vienne de 1683.

Vauban puisa probablement dans l'histoire de ce siége de Candie, dont il devait connaître tous les détails, puisque des détachements français avaient aidé la garnison, l'idée des vastes parallèles qu'il enploya avec tant de succès devant Maëstricht, en 1673 (1). Il continua à

(1) Le célèbre Blaise de Montluc introduisit, en 1558, au siége de Thionville, de petits retours parallèles à la place, comme ceux de la figure 102, mais bien plus rapprochés. (Daniel, *Histoire de la milice française.*) Mais on rencontre aussi de grandes parallèles avant le siége de Maëstricht. Ainsi sur le plan de l'attaque du château d'Edimbourg, par Kirkaldy de Grange en 1573, les batteries sont établies dans une première parallèle entourant la place; et on y trouve clairement l'indication d'une seconde parallèle plus rapprochée, d'où la mousqueterie tirait sur la place. Mais on n'appréciait pas bien l'importance de ces parallèles; elles ne faisaient pas partie du système normal d'attaque, et on les négligeait le plus

ment dite étaient peu de chose auxiliaires de circonvallation prenait beaucoup de pein d'Orange étaient fraisée avaient un grand relief flanquait de distance simples redans, ma ... ourg en des ouvrages à co... , ce qui cou- faisait travailler l... (5). ouvrages. Dès ... plaçait en gra... sièrement tr... temps les ... détails pl...

convenue ... pour le ... une gr... à mê... à d...

... contraire beaucoup de mal pour garan- ...mêmes contre les sorties, auxquelles elles ...posées par suite de ce défaut de protection sur ... XIV lui-même, qui était présent au siége de ... des parallèles de Vauban comme d'un travail tous ... (Mémoires de Louis XIV, cités par le colonel Allent, ... du corps du Génie, p. 108.)

(1) Le tir à ricochet est mentionné en ces termes à propos du ... de Turin en 1706, époque à laquelle il était encore peu connu : L'ennemi établit une batterie tirant au ras du sol. Elle se com- ... de 12 pièces de gros calibre dont le feu produisit un effet ... sur la place d'armes de la porte de Suse et sur le chemin ... de la citadelle. Ces pièces étaient tellement faites, qu'avec ... poudre, leurs projectiles arrivaient jusqu'à nos ouvrages, ... après y être tombés, faisaient un grand nombre de bonds avec ... bruit qu'il était difficile de les éviter (*Histoire militaire* ... *Eugène et de Marlborough*.)

(2) La planche VII donne les exemples des diverses remarques ci-dessus. La fig. 100 représente l'attaque de Groningue par le prince Maurice, en 1594. La fig. 101, celle de Grollo ou Grocolo, par son frère Frédéric-Henri, avec ses alliés français et anglais, en 1627 ;

On a fait dans des siéges subséquents un plus grand usage des feux verticaux, mais on n'a pas modifié d'une manière essentielle la méthode d'attaque de Vauban; et on n'a même pas revu depuis de siéges conduits avec autant de rapidité et de succès constant que ceux de ce grand maître. On n'a pas adopté de suite l'habitude d'enfiler les places par le tir à ricochet. Dans les siéges des campagnes de Marlborough, le mode principal d'éteindre le feu d'une place consistait à amener de nombreuses pièces d'artillerie, battant directement les remparts. Montalembert fait remarquer dans la préface à sa fortification perpendiculaire, qu'au siége de Berg-op-zoom, en 1741, aucune batterie ne fut établie suivant les règles de Vauban, et il explique par là la longue durée de la résistance de la ville, qui fut de 62 jours. L'artillerie anglaise n'employa le ricochet dans les siéges qu'à la fin des guerres de la Péninsule. Cela tenait sans doute à un manque de confiance dans cette manière indirecte de tirer, ainsi que John Jones le raconte d'artilleurs

la fig. 102, celle d'Hesdin, par Antoine Doville, en 1639; la fig. 103, celle de Vienne, par les Turcs, en 1683; les fig. 104 et 105, celles de Maëstricht et d'Ath, par Vauban; et la fig. 106, celle de l'attaque de la citadelle d'Anvers, en 1832, par le général du génie Haxo.

portugais au siége de Badajoz, qui ne voulaient pas croire qu'il fût bon de tirer par dessus le parapet, et préféraient frapper contre les murs aussitôt qu'on ne les surveillait pas. En réalité, le ricochet ne serait plus maintenant aussi efficace qu'à l'époque de son introduction, si l'on rencontrait une place où il eût été prévu et où l'on s'en fût garanti par des traverses. Devant des parapets bien défilés, le ricochet doit seconder seulement le feu direct et être employé concurremment avec les bombes à fouiller derrière les traverses ou à détruire celles-ci.

Nous allons continuer à développer la marche d'un siége en décrivant un système d'attaque, tel que Vauban l'a enseigné et qu'on l'enseigne encore, et dont on suit encore les principes, bien que dans les siéges les diverses opérations et les dimensions varient constamment avec les circonstances toujours nouvelles où l'on se trouve placé.

Dès que l'investissement est formé et qu'on a fait rentrer autant que possible dans la place les postes avancés, les ingénieurs font une reconnaissance soignée de ses alentours, en vérifiant et corrigeant les plans qu'ils peuvent avoir entre les mains, de manière à obtenir un lever suffi-

sammment exact. On choisit le point d'attaque, et on le reconnaît avec plus d'attention; les ingénieurs ont soin alors de se familiariser avec tous les accidents du terrain, conduisant en même temps leurs opérations de manière à ne pas indiquer à l'ennemi le côté qu'on a choisi pour l'attaque.

On établit les parcs du génie et de l'artillerie avec toutes les bouches à feu et tous les approvisionnements nécessaires pour le siége, dans des emplacements aussi commodes que possible pour les travaux, mais aussi tout à fait à l'abri du feu et des vues de la place. On dégage et on facilite les communications qui doivent relier les tranchées avec le camp et avec les parcs, afin qu'on puisse toujours les trouver pendant la nuit et le mauvais temps.

On commence par creuser la première parallèle (a a, fig. 107, pl. VIII); c'est une tranchée qui sert de place d'armes pour le rassemblement des troupes destinées à protéger les batteries que l'on construira pour l'attaque, et de communication couverte entre ces batteries. On la trace parallèlement au contour extérieur des fronts embrassés par l'attaque à 600 mètres environ des saillants du chemin couvert. On creuse en

même temps des communications en arrière, aussi loin que c'est nécessaire pour se couvrir de la place. La fig. 109 donne un profil de la première parallèle, et la fig. 110 celui des communications en arrière.

Dès que tout est près pour *l'ouverture de la tranchée* (c'est ainsi que l'on désigne le commencement de l'exécution du travail, les ingénieurs viennent à la tombée de la nuit tracer la parallèle au moyen de repères et d'accidents de terrain dont ils ont parfaitement relevé d'avance la position; ils indiquent le tracé au moyen d'un ruban blanc et de marques de papier blanc, et au besoin avec des lanternes sourdes. On espace les travailleurs à cinq pieds les uns des autres, et ils doivent au jour avoir terminé leur fouille sur une largeur de quatre pieds et une profondeur de trois. On obtient ainsi un couvert qui permet pendant la journée suivante de porter la parallèle à sa largeur totale de 10 pieds. La parallèle dépasse d'environ 50 mètres les prolongements des dernières faces de bastions qui ont des vues sur le front attaqué, et on courbe ses extrémités. Si la garnison est assez forte pour que l'on ait à craindre des attaques sur les flancs, il sera bon de protéger les extrémités de la pa-

rallèle par des redoutes placées comme en *r*, fig. 107.

On commence d'ordinaire les batteries la seconde nuit des opérations; on distingue les batteries à ricochet, celles à feu direct (ex., batteries de brèche et contre-batteries), et les batteries de mortiers.

Les batteries à ricochet seront construites de manière à pouvoir balayer toutes les faces d'ouvrages ayant des vues sur le front d'attaque, et dont on pourra prendre le prolongement sur un point de la première parallèle. Nous voyons par là l'avantage qu'il y a pour la défense à tracer l'enceinte suivant un polygone d'un grand nombre de côtés; car à mesure que ce nombre de côtés augmentera, le contour général de plusieurs fronts consécutifs se rapprochera d'une ligne droite, il y aura un plus grand nombre de faces qui verront le terrain de l'attaque, et la parallèle devra s'allonger pour atteindre leurs prolongements. Tout ceci ne laissera pas que d'augmenter beaucoup le travail de l'assiégeant, et l'exposera davantage aux sorties d'une garnison entreprenante. Quand on fixe la position des batteries à ricochet, on peut généralement proionger à l'œil une des crêtes ex-

térieures des parapets que l'on veut enfiler, et on peut tendre un cordeau pour fixer la direction. La crête de la batterie sera à angles droits sur ce cordeau, et une parallèle à ce cordeau, distante de lui de toute l'épaisseur supposée de parapet que l'on a en vue, donnera la place de la première pièce, qui tirera par conséquent à peu près dans le prolongement du talus intérieur de la branche ricochée. Les autres pièces seront ensuite placées avec l'intervalle ordinaire et tireront sur le terre-plein. La même batterie contiendra les pièces qui ricocheront une face d'ouvrage, et celles qui ricocheront son chemin couvert. Ainsi les batteries 1, 2, 3, 4 et 5 ricochent en même temps les faces de la demi-lune A et celles des bastions B et C et tous leurs chemins couverts. On les arme principalement de gros obusiers.

Les branches d'ouvrages qui peuvent agir sur les attaques et qu'on ne peut prolonger sans étendre démesurément la parallèle, doivent être contre-battues par un feu direct. Ainsi, pour éteindre le feu des demi-lunes D et E, on trace les batteries 6 et 7 à peu près parallèles à leurs faces sur lesquelles elles tireront de plein fouet. Ces batteries, comme les premières, doivent être

placées à environ 50 mètres en avant de la parallèle, et reliées à elle par des boyaux. Les unes et les autres doivent être appuyées par un feu soutenu de grosses bombes. On place quelquefois les mortiers avec les autres bouches à feu en avant de la parallèle, mais comme leur grande portée permet de les reculer davantage, on peut les placer plus en arrière, comme en *m m*, fig. 107.

Dès que le feu des batteries a produit son effet sur les défenseurs, on peut commencer la seconde parallèle à 300 mètres des saillants du chemin couvert. On le commence ordinairement *à la sape volante,* c'est-à-dire en posant d'un seul coup un grand nombre de gabions et les remplissant ensuite rapidement. Le profil de la fig. 111 peut être employé pour la seconde parallèle.

Les boyaux qui relient la première et la seconde parallèle, qui avaient déjà été avancés autant que possible, sont alors terminés en même temps que la seconde parallèle; ils marchent sur les capitales où ils ont moins de feux à craindre, et où ils gênent moins le tir des batteries en arrière. Leur tracé est en zigzag, afin qu'ils ne soient enfilés nulle part. Pour y parvenir on dirige les boyaux compris entre la pre-

mière et la seconde parallèle sur des points à 20 mètres en avant du pied du glacis du saillant le plus dangereux. Entre la seconde parallèle et les demi-places d'armes, on les dirige sur le pied du glacis, et plus tard sur un point à moitié du glacis. Afin de masquer le moins possible le feu des batteries de la première parallèle, on limite les boyaux à droite et à gauche des capitales entre deux lignes convergentes partant de points pris sur la première parallèle à 70 mètres de chaque côté de la capitale et dirigées sur le saillant du chemin couvert Chaque nouvelle branche recouvre la précédente par *un retour* d'environ 30 pieds de longueur, qui protége le bout de la tranchée et est commode pour l'approvisionnement des matériaux, etc., etc.

Si l'établissement de la seconde parallèle gène le feu de l'artillerie de la première parallèle, il faut construire de nouvelles batteries et y porter les bouches à feu. En terrain horizontal, ce ne sera probablement pas nécessaire pour les batteries à ricochet qui tirent sous un certain angle, mais bien pour les batteries tirant de plein fouet, telles que 6 et 7 (fig. 107).

Si l'extrémité de la seconde parallèle n'est pas défendue par une redoute, on la relie par des

boyaux défilés aux travaux en arrière, sans quoi elle serait *en l'air*.

Toutes les tranchées qui sont destinées à être occupées par les troupes doivent avoir des gradins sur le revers pour permettre d'en sortir. John Jones rapporte que faute d'avoir rendu praticable le revers des tranchées devant Badajoz, quinze hommes furent tués ou blessés par une bombe qui tomba dans la tranchée au moment du relèvement de la garde.

Quand les boyaux de l'attaque sont à 150 mètres du saillant, il devient nécessaire de se ménager des abris pour pouvoir soutenir de près les travailleurs et de se mettre en mesure de chasser les défenseurs du chemin couvert. Dans ce but on pousse à droite et à gauche des portions de parallèles ou *demi-places d'armes*, *fff* (fig. 107). Aux endroits où elles rencontrent les prolongements des branches des chemins couverts, on peut amener des obusiers qui y enverront des obus et de la mitraille.

On a pu faire jusqu'ici une grande partie des tranchées à la sape volante; mais pour peu que la défense soit énergique, on se trouve alors obligé d'employer le secours plus lent, mais plus sûr, de la sape *pleine*, au moyen de laquelle un

sapeur exercé, poussant devant lui un gabion farci, pose et remplit les gabions un à un, tandis que ses camarades, le suivant méthodiquement, élargissent et approfondissent la tranchée qu'il a commencée. On profitera toutefois de tout ramollissement de la défense pour reprendre la sape volante dès qu'on pourra le faire sans trop de risques.

A 75 mètres de la parallèle on forme une troisième parallèle, *g g*. On y place un grand nombre de petits mortiers qui bombardent sans relâche le chemin couvert et les ouvrages extérieurs. Pour que la garde de tranchée puisse se porter plus facilemeut en avant à la rencontre des sorties, on garnit de distance en distance la parallèle de gradins de franchissement (fig. 112, pl. VIII).

A mesure que l'on approche de la place, les angles des boyaux deviennent de plus en plus aigus, et la même quantité de travail fera gagner de moins en moins de terrain. Cet inconvénient se fera ressentir plus tôt si les saillants de la place sont à peu près en ligne droite, comme dans un décagone ou un polygone d'un grand nombre de côtés. Quand on en sera venu au point où trois mètres de tranchée ne rapprocheront pas d'un

mètre de plus du saillant, on aura recours à la *sape double*, où l'on se défilera au moyen d'une suite de traverses s'appuyant alternativement sur les parapets de droite et de gauche, de manière à ce qu'elles se recouvrent mutuellement, ou au moyen de massifs laissés à des intervalles convenables et que la sape entourera; dans le premier cas on aura des *traverses en crémaillère,* dans le second, des *traverses tournantes.*

Après l'achèvement de la troisième parallèle, si le feu des batteries a pu éteindre le feu de la place, et affaiblir beaucoup la garnison, on peut emporter le chemin couvert de vive force, et s'y faire un logement à la sape volante. Mais généralement il sera plus prudent et plus sûr de cheminer à la sape sur le glacis et le long de sa crête, et de chasser les défenseurs du chemin couvert, au moyen de projectiles creux et de la mousqueterie des *cavaliers de tranchées* dont nous reparlerons tout à l'heure. Au siége de Cambrai, en 1677, quand on fut arrivé sur les glacis de la citadelle, on donna l'assaut à la demi-lune, contrairement à l'avis de Vauban, sans avoir couronné *en règle* le chemin couvert. La garnison déploya un feu violent, fit une grande sortie, et eprit la demi-lune en faisant perdre beaucoup

de monde aux Français. On se remit à faire une attaque régulière, et on reprit l'ouvrage en ne perdant que cinq hommes. Le roi dit alors à Vauban : « Je vous croirai désormais. » Mais cet ingénieur ne suivait pas un système absolu; aussi au siége de Valenciennes qui précéda immédiatement celui de Cambrai, il conseilla et obtint, malgré tous les maréchaux, de donner l'assaut de jour à un ouvrage à couronne. Les troupes arrivèrent à une demi-lune que la couronne couvrait, et poursuivirent les défenseurs jusque dans *le pâté*, ouvrage irrégulier situé en arrière. Les Français continuèrent encore, forcèrent les barrières d'un passage voûté sous l'enceinte, s'établirent dans les maisons voisines des remparts et y attendirent des renforts; la place se rendit. De même lors de la prise de Charleroi par l'armée du maréchal de Saxe en 1746, un petit détachement de la garde de tranchée chassa un jour une partie de la garnison du chemin couvert dans un ouvrage à cornes qui reliait le fort à la basse ville, profitant de la confusion qui ne permit pas de lever le pont-levis. Le bruit et l'alarme causés par cet événement inattendu attirèrent l'attention de la partie de la garnison qui combattait l'attaque du sud qui se crut prise à dos. Sans attendre des ordres, les

troupes françaises profitèrent de cette circonstance, et s'emparèrent des remparts. C'est un peu de la même manière qu'en 1705, au commencement de la guerre de succession, lord Peterborough se rendit maître du fort de Monjuick ; ce qui amena la prise de Barcelone. Quand on avait à craindre des mines, Vauban préférait une attaque de vive force aux ressources plus lentes de la sape.

En partant de la troisième parallèle des sapes simples débouchent de deux points pris à 30 mètres de chaque côté de la capitale, montent en tournant sur le glacis, et viennent se rencontrer sur la capitale; on part de là en sape double sur le saillant. Si l'artillerie de la défense agit encore activement, il sera bon de faire des demi-places d'armes pour soutenir les travailleurs, et d'élever des *cavaliers de tranchée* pour achever l'évacuation du chemin couvert. Ces cavaliers, fig. 113, pl. VIII, se composent de parapets garnis de banquettes en gradins et assez élevés pour que les assiégeants puissent plonger dans le chemin couvert par-dessus la crête des glacis. Leur profil fait voir qu'ils sont très-difficiles à exécuter, et peuvent être rendus inutiles par un feu bien nourri de bom-

bes et d'obus lancés des parallèles avancées.

Quand le chemin couvert est abandonné, la sape arrive sur la crête du glacis, et en partant de là à droite et à gauche on forme un logement qui contourne le glacis sur toute l'étendue des attaques. C'est ce qu'on appelle *le couronnement du chemin couvert*. Comme à cette époque du travail le feu de l'artillerie est devenu dangereux pour la garde de tranchée et les travailleurs, il faut s'en remettre aux feux courbes du soin d'empêcher la place de ranimer son tir. On placera aussi de bons tireurs derrière des créneaux en sacs à terre, le long du couronnement du chemin couvert, dans le but de guetter avec soin les parapets et les embrasures de l'ennemi. En même temps on pratique dans le parapet du couronnement des embrasures pour les batteries de brèche nos 8, 9, 10, 11 et 12 contre les bastions et les demi-lunes. On place aussi des *contre-batteries* nos 13 et 14 au saillant de la place d'armes du bastion d'attaque, afin de ruiner les flancs qui défendent les faces de ce bastion, attendu que leur position et leur peu de longueur les ont garantis du ricochet, et qu'ils rendraient l'assaut de la brèche très-périlleux si on leur laissait leurs moyens d'action.

Tandis que l'on prépare ces batteries, et qu'on

les fait agir, on fait creuser par les mineurs des galeries pour descendre dans le fossé, ou bien l'on se fait une rampe en renversant la contrescarpe au moyen d'un fourneau.

S'il ne reste plus alors que le bastion et la demi-lune sans retranchements ou réduits intérieurs, on prendra la demi-lune en traversant son fossé à la sape et faisant faire par les sapeurs un logement sur la brèche, tandis que les tranchées redoubleront leur feu sur la crête du glacis. On donne ensuite l'assaut à la brèche ou aux brèches du bastion. S'il y a derrière un retranchement intérieur revêtu, on fera une sape sur la brèche et on établira en haut une batterie pour ruiner ce retranchement.

Il faut remarquer que, dans le système de Vauban, un retranchement quelconque du bastion peut être tourné par une brèche faite à la courtine au travers de la *trouée* de la tenaille par une batterie comme celle n° 15.

La tenaille elle-même n'aide que peu à la défense, et il n'est pas nécessaire de s'en rendre maître.

Un fossé plein d'eau ajoute considérablement aux difficultés que l'assiégeant éprouve à ce mo-

ment du siége; mais nous ne pouvons nous occupe ici des moyens d'effectuer un passage de fossé dans ce cas. On a proposé beaucoup de procédés, et on n'en a essayé qu'un petit nombre. Quand les flancs auront été complétement contre-battus, on pourrait sans doute lancer le pont de pontons légers de Blanshard, en partant d'une brèche faite à la contrescarpe par la mine et se dirigeant vers la brèche de la demi-lune ou du bastion.

Les places fortes sont souvent munies d'un système de galeries souterraines sous les chemins couverts et les glacis, au moyen desquelles les défenseurs peuvent faire jouer des *contre-mines* sous les travaux des assiégeants. Il faut alors que l'attaque les recherche et les détruise par la mine. Cette double opération des mines et des contre-mines modifie beaucoup la marche des dernières périodes du siége, mais nous ne pouvons pas entrer dans les détails d'une guerre souterraine.

On a longtemps supposé que le bouleversement souterrain occasionné par l'explosion d'un fourneau ne s'étendait pas à une distance beaucoup plus grande que *la ligne de moindre résis-*

tance, ou distance de la charge au point le plus rapproché de la surface du sol. Mais Bélidor a prouvé par l'expérience qu'avec de fortes charges on pouvait obtenir des *entonnoirs* dont le rayon à la surface du sol était de près de trois fois la ligne de moindre résistance. Cette découverte simplifie le système d'attaque des contre-mines et donne à l'assiégeant un grand avantage dans cette lutte. Car la défense ne peut employer ces fourneaux surchargés qui crèveraient ses galeries, ce qui fait que les armes ne sont plus égales.

Au lieu d'employer l'artillerie à ouvrir un passage pour les colonnes d'assaut, on a souvent fait des brèches *en attachant le mineur à la muraille*. Dans ce cas, on fait traverser secrètement le fossé par les mineurs, ou bien on les protége par un feu écrasant de toutes les batteries; alors les mineurs pratiquent une galerie et établissent un fourneau sous l'escarpe. C'est ainsi que l'on fit brèche à Bhurtpoor en 1826 et qu'on s'en rendit maître.

Près des extrémités de la première parallèle, on se ménage des épaulements *k*, *k*, fig. 107, pour couvrir des corps de cavalerie, prêts à se

lancer sur les sorties, toutes les fois que le terrain lui-même ne leur offre pas d'abris suffisants (1).

(1) *Note du Traducteur*. Il suffit de lire ce chapitre pour remarquer qu'il ne cherche qu'à esquisser sommairement les opérations d'un siége; on ne peut donc demander à un résumé aussi court autant d'exactitude qu'on serait en droit d'en attendre d'un ouvrage moins élémentaire.

CHAPITRE X

DES RETRANCHEMENTS ET DES OUVRAGES ADDITIONNELS

I

Dans la construction du premier système de Vauban, que nous avons exposé, nous n'avons pas parlé d'autres retranchements ou défenses intérieures nécessitant une attaque que de la demi-lune, du bastion, et du chemin couvert. Bien que ces ouvrages ne forment pas une partie essentielle du système tel qu'on l'enseigne d'ordinaire, il n'y a rien dans le tracé qui empêche de les y ajouter, soit comme ouvrages permanents, soit comme ouvrages de campagne à élever pendant le siége pour isoler du corps de place les brèches ou d'autres points trop faibles.

Dans les ouvrages extérieurs, et dans les bastions vides, le retranchement le plus simple est un fossé coupant d'équerre la face de l'ouvrage, son parapet et le terre-plein de chaque côté du saillant attaqué. Ce retranchement est praticable surtout quand une muraille verticale remplace le talus du rempart; dans le cas contraire l'établissement du retranchement oblige à escarper ce talus et à le revêtir en charpente.

On construit quelquefois, dans les bastions pleins, un ouvrage élevé, nommé *cavalier*, ayant un commandement sur le rempart du bastion. Il est destiné à bien battre le terrain qui ne serait qu'imparfaitement vu par le corps de place, ou à servir à défiler la place des hauteurs avoisinantes. Cormontaingne dit en s'appuyant de son expérience que, quand il attaquait des places munies de cavaliers, ceux-ci lui donnaient beaucoup de peine pour le défilement de ses travaux d'approche et écrasaient la garde de tranchée par leur feu plongeant. Dans les vieilles places on plaçait des cavaliers aussi bien sur le milieu des longues courtines que dans les bastions; quand un cavalier situé dans un bastion a un fossé devant lui, on peut faire partir de là des fossés comme ceux dont nous venons de parler, coupant les deux

faces du bastion, et plaçant ainsi les deux faces et le saillant sous le feu du cavalier, on a alors un *retranchement avec cavalier*.

Dans un bastion plein sans cavalier, on fait quelquefois un retranchement à tenaille en traçant, à partir des angles d'épaule, deux parapets formant entre eux un angle rentrant au milieu du bastion. Dans un grand bastion, on donne quelquefois à ces parapets le tracé d'un petit front bastionné. Dans tous ces retranchements, bien que la tranchée coupe le parapet du bastion, on laisse à l'escarpe toute sa hauteur. On peut reprocher à tous ces retranchements de réduire l'espace libre pour le service des troupes et des bouches à feu dans les premières périodes de la défense.

Mais si on a de la place plus à l'intérieur, on peut appuyer le retranchement bastionné non plus sur les angles d'épaule, mais sur la gorge du bastion. On peut encore tracer le retranchement en ligne droite suivant la gorge, ou encore suivant le prolongement des deux courtines, de manière à former un saillant obtus sur la capitale du bastion, et à faire battre les fossés par les flancs des bastions collatéraux. Cependant comme nous avons fait voir que dans ce système de Vauban on peut faire brèche à une partie de la cour-

tine par la trouée de la tenaille, il sera préférable de comprendre cette portion de la courtine dans le retranchement que l'on préparera, ou d'isoler les brèches en pratiquant à droite et à gauche des tranchées dans le parapet, et escarpant le talus de rempart dans l'intervalle compris.

Le retranchement se compose souvent d'une palissade ou d'un mur crénelé, au lieu d'un parapet. « Au siége de Maëstricht par le prince d'O-
» range en 1676, dit le capitaine Carleton, quand
» nous fûmes maîtres du bastion du Dauphin,
» l'ennemi placé derrière un petit mur en briques
» dirigea sur nous un feu très-violent de petites
» pièces et de grenades à main, et nous fit per-
» dre ainsi plus de monde que dans l'assaut
» principal. »

Un retranchement embrasse souvent une partie de l'enceinte supérieure à un seul bastion : à l'attaque de Turin par les Français en 1706, la citadelle fut coupée par la moitié par un retranchement qui séparait les bastions attaqués de ceux tournés vers la ville.

Vauban dit au sujet des retranchements en général, qu'on devrait les faire à loisir et non dans la précipitation du dernier moment; qu'on devrait les revêtir, leur donner de vastes terre-

pleins, les armer de pièces du même calibre que l'enceinte elle-même, avec des parapets d'une épaisseur à l'épreuve, des contrescarpes revêtues, des contremines, et toutes les communications nécessaires; enfin que leur tracé ne doit pas gêner le libre usage des faces et des flancs des bastions en avant.

II

La plupart des places importantes ont des *casemates*. Ce sont des voûtes à l'épreuve de la bombe, construites sous les massifs des bastions ou ailleurs, pour loger la garnison, ou pour donner de nouveaux feux dans les fossés au moyen d'embrasures pratiquées dans l'escarpe. De bons flancs casematés, qui se trouvent ainsi garantis du ricochet et des feux verticaux, sont très-utiles pour la défense du fossé; et la tenaille de Vauban a l'inconvénient d'empêcher l'emploi de l'artillerie des casemates sur les flancs des bastions. Le général Haxo, l'illustre ingénieur français qui dirigea l'attaque de la citadelle d'Anvers en 1832, a proposé un modèle de casemate pour abriter les bouches à feu sur le terre-plein même de l'enceinte. On abrite souvent des pièces en

batterie, ou des hôpitaux, etc., etc, etc., contre les feux courbes au moyen de travaux en charpente qui remplacent les casemates, et qui portent le nom de *blindages*.

III

Dans beaucoup d'ouvrages de Vauban et dans les places plus anciennes, on donnait aux bastions des *orillons* et des *flancs retirés*.

L'orillon était une tour ronde ou une saillie courbe à l'angle d'épaule du bastion, destinée à cacher et garantir le flanc qui était ordinairement concave. La fig. 6, pl. IX, donne un exemple de ce tracé. L'orillon *ab* occupe un $\frac{1}{3}$ de la longueur du flanc et sa courbe vient se raccorder tangentiellement avec la face du bastion à l'angle d'épaule. La corde *ed* du flanc retiré est à 10^m en arrière de la première position du flanc. Sa longueur est fixée par deux lignes *be* et *3d*, dont l'une s'obtient en joignant l'angle de l'orillon au saillant du bastion collatéral, et la seconde est une ligne de défense du front partant de l'angle du flanc et de la courtine. L'arc *ed* est $\frac{1}{6}$ d'une circonférence, dont *f* est le centre avec $ef = ed$.

La ligne *be* ou *brisure de l'orillon* contient d'ordinaire une communication sur le fond du fossé; la ligne 3*d* est la *brisure de la courtine*.

Quand Vauban employait l'orillon, il dirigeait les faces de la demi-lune sur les angles d'épaule des bastions, et le saillant de la demi-lune se trouvait à la rencontre de la capitale du front avec un arc de cercle décrit de l'angle de la courtine comme centre, avec un rayon égal à la distance de ce point à l'autre angle d'épaule.

IV

On a fait encore d'autres ouvrages additionnels ou ouvrages avancés pour ajouter à la défense, ou occuper des points qu'on ne voulait pas laisser à l'ennemi. On a déjà parlé des ouvrages à cornes et des couronnes, que l'on employait à couvrir un bastion ou une demi-lune, et que l'on retrouvait à chaque pas dans les places des Pays-Bas. Ainsi les vieux plans de Tournai font voir que presque tous les bastions, de deux en deux, étaient couverts par de grands ouvrages à cornes. Quelquefois on en mettait deux et même trois les uns devant les autres.

La figure 7, pl. IX, donne une indication de

quelques autres ouvrages extérieurs qu'on a ajoutés à la demi-lune, et qu'il est bon de mentionner, parce qu'il en existe encore dans les places, bien que leurs avantages soient assez douteux. En effet, ils demandent un grand nombre de défenseurs, ils facilitent la brèche au bastion par l'augmenta tion du nombre de fossés, et donnent de grands logements à l'ennemi quand il s'en est rendu maître. Sur le front de droite *d* et *d* sont des *tenaillons* avec un retranchement *i k*; sur le front de droite *a* et *b* sont des *demi-tenaillons* ou *lunettes*, *c* est une *bonnette*. Vauban, qui inventa les tenaillons, y renonça de lui-même.

Les *contregardes* sont des ouvrages étroits placés dans le fossé parallèlement à l'escarpe du bastion ou de la demi-lune, qu'ils empêchent de battre en brèche. Quelquefois les contregardes forment une enveloppe continue qui embrasse plusieurs fronts. A Malte, au faubourg Floriana qui couvre la cité Valette du côté de la terre, on trouve deux grands fronts bastionnés avec leurs demi-lunes, entourés par une contregarde continue, laquelle a aussi ses demi-lunes. Devant cette enveloppe est un ouvrage à corne couvert par une couronne, et plus en avant encore

une lunette et un chemin couvert. On n'a rien trouvé de plus à mettre! Enfin tout ce système n'est qu'un ouvrage avancé de Valette, qui a son chemin couvert, ses demi-lunes avec contre-gardes, des bastions énormes et des cavaliers en arrière.

CHAPITRE XI

DÉFENSE DES PLACES

Aucun service n'est plus dur pour des soldats et ne demande de meilleures troupes, que la défense prolongée d'une place où ils sont tenus enfermés par les murailles et les fossés en même temps que par l'ennemi ; où l'on ne peut que rarement faire de grands mouvements offensifs, où l'on voit de jour en jour les progrès de l'assiégeant, et où la garnison ne peut guère douter du résultat, bien qu'elle soit résolue à le faire acheter chèrement.

Aucun devoir ne demande, de la part d'un chef, plus d'énergie, de prudence, de bravoure calme et de fertilité en expédients, aucun aussi ne mérite plus d'honneur quand il est dignement rempli. Il est possible qu'on n'ait guère à espé-

rer de battre complétement un assiégeant qui entreprend ses opérations avec tous les moyens, suffisants, et qui est maître de la campagne. Dans ce cas même une défense énergique peut lui causer de grands dommages et amener de grands résultats; mais qui plus est, un assiégeant commence quelquefois un siége avant d'être complétement maître du pays environnant, ou d'avoir réuni tous ses moyens. C'est ce qui arriva à presque tous les siéges que l'armée anglaise entreprit en Espagne; elle échoua deux fois à Badajoz et à Burgos. C'est encore ce qui eut lieu lors de la mémorable défense de Tarifa contre les Français.

Les différentes époques du siége font ressortir ce que nécessite une bonne défense; il faut parer tous les coups, mais il n'est guère possible d'indiquer rien d'aussi précis que pour les travaux d'attaque. Ceux-ci se ressemblent beaucoup dans tous les siéges réguliers, et il y a des nombres ou des dimensions que l'on peut indiquer avec une latitude plus ou moins grande. Les travaux de la défense, au contraire, reposent plutôt sur le développement général des vertus militaires, et le talent de savoir se servir à propos de toutes les armes et de toutes les ressources disponibles. Mais

cet opuscule serait incomplet s'il n'indiquait pas les moyens de défense les plus ordinaires.

Quand un siége devient probable, il est du devoir du gouverneur de vérifier par lui-même l'état et la quantité de ses approvisionnements, et de s'assurer qu'ils ne consistent pas seulement en vivres, en munitions et en approvisionnements de médicaments, mais aussi en gabions, fascines, bois de charpente, fer, cordages, clous, outils, etc., etc. Il faut supposer qu'il se sera déjà antérieurement familiarisé avec la place et ses environs, les points forts et les points faibles, en entrant bien dans tous les détails. Il aura pris note spécialement de la quantité d'abris à l'épreuve dont il peut disposer, des moyens possibles de tendre une inondation, de la nature des communications avec les ouvrages extérieurs et à l'intérieur, des accidents qui pourraient à l'occasion favoriser une surprise, par exemple des égouts ou fossés découverts, etc., etc. (1). Si les ouvrages

(1) Le prince Eugène surprit Crémone, en 1702, en entrant par un fossé dans la maison d'un prêtre dévoué, mais il manqua la prise de la ville faute d'un secours qui ne put arriver, parce que le pont sur le Pô avait été coupé. Les alliés firent cependant prisonnier le maréchal Villeroi, l'inhabile chef de l'armée française. Les soldats célébrèrent ce double événement en chantant :

Français, rendons grâce à Bellone,

ont de l'eau ou des cours d'eau dans leurs fossés, il se procurera des radeaux pour ses communications, et en cas d'une rivière, il fera barrer par des estacades flottantes ou non l'entrée et la sortie des eaux; s'il gèle, il fera sans cesse rompre la glace. Par les temps de brouillard il aura des cordons de sentinelles très-rapprochées. dans le chemin couvert ou en dehors, et il fera examiner avec soin tous les individus et toutes les voitures entrant en ville. Si comme cela arrive souvent la configuration du sol fixe d'avance le point d'attaque, il fera construire des traverses, des blindages et des retranchements, et faire des approvisionnements de matériaux sur des points convenables et commodes. Il partagera la place en arrondissements confiés chacun à un officier, qui s'en occupera exclusivement et se garantira avec soin de toute surprise.

Nous avons déjà dit que le premier soin de l'ennemi qui se décide à faire un siége, est d'opérer l'investissement pour intercepter les communications et l'arrivée des secours dans la ville. De son côté le gouverneur devra, par conséquent,

Notre bonheur est sans égal,
Nous avons conservé Crémone
Et perdu notre général.

chercher à retarder cet investissement et se mettre à l'abri d'une surprise, afin d'avoir le temps de compléter sa garnison et ses approvisionnements, et de reculer le plus possible le commencement du siége. Dans ce but il coupera les gués, les ponts et généralement toutes les communicatons qui pourraient aider la marche de l'ennemi. Il dépouillera les environs de toutes leurs ressources le plus loin qu'il lui sera possible. Il occupera par de légers ouvrages et avec de l'artillerie de campagne les points favorables qui pourraient se trouver sur la route que l'ennemi doit suivre, afin de paralyser sa marche sans compromettre la retraite de ses troupes; il aura enfin des patrouilles qui éclaireront tous les environs.

Il y a beaucoup à faire en même temps à l'intérieur de la place. Tout en admettant que les maçonneries soient en bon état, il faut s'attendre à trouver les talus en terre dégradés par le temps et les intempéries, les parapets écrêtés, les talus intérieurs rasés ou affaissés, et les barbettes et les banquettes embarrassées. Il faut tout revoir, réparer et recouper afin de mettre toutes les parties en bon état de service (1). On

(1) Quelques ingénieurs veulent qu'au moment de la construction

posera dans le chemin couvert, s'il n'y en a pas déjà, des palissades et des barrières, et on disposera des barbettes pour des pièces de campagne dans les places d'armes saillantes. Enfin on détruira autant que possible tous les couverts qui pourraient exister à portée de canon.

Une fois l'investissement accompli, les efforts de la garnison doivent tendre à empêcher les reconnaissances et à découvrir le point qui sera attaqué s'il peut y en avoir plusieurs. Dans ce but, des pièces de place et de campagne, placées sur les points les plus hauts et les plus avancés, tirent sur les petits détachements employés aux reconnaissances; on envoie la nuit à 8 ou 900 mètres des piquets qui se tiennent couchés et écoutent attentivement, et qui cherchent, en se retirant au jour et rétrécissant leur cercle, à cerner les rôdeurs qui auraient pu traverser le cordon à la faveur de l'obscurité. On peut tendre des rideaux d'étoffe devant les faces et les saillants afin de déguiser le tracé, et d'embarrasser les ingénieurs

des ouvrages on termine les parapets à l'intérieur par un seul talus qui comprenne les banquettes, et qu'au moment où on a un siége à craindre, on recoupe les profils dans la masse entière. La terre restant en excès servirait aux réparations, à l'établissement des traverses, etc., etc.

ennemis dans la fixation des prolongements des crêtes et la mesure des distances (1). On cherche par tous les moyens possibles à découvrir exactement les emplacements des dépôts faits par l'ennemi, afin de pouvoir en conclure le point d'attaque. Quand on s'attend à l'ouverture de la tranchée on emploie tous les mortiers à lancer des balles à feu, et dès que l'on est sûr du front d'attaque, on y construit les traverses et on fait les embrasures; on arme et on retranche les ouvrages extérieurs; quelquefois on construit des flèches en avant des glacis. Sur les fronts adjacents on dirige autant de pièces que l'on peut sur le terrain de l'attaque, au moyen d'embrasures obliques. Au moment où l'ennemi en vient réellement à ouvrir la tranchée, le gouverneur dirige sur les travailleurs le feu le plus nourri, avec toutes les pièces qu'il peut amener de ce côté, il envoie même dehors des pièces de cam-

(1) Ces rideaux peuvent être si utiles souvent, tant pour l'attaque que pour la défense, qu'il est extraordinaire qu'on ne s'en serve pas plus souvent. Sir J. Jones dit quelque part que devant Badajoz, les ingénieurs anglais couvrirent par un rideau en toile un boyau inachevé, et que les Français le prenant pour un parapet en terre, laissèrent continuer le travail sans l'inquiéter. Le même procédé fut employé à Gibraltar pour masquer de grosses réparations que l'on fit aux batteries qui voyaient le terrain neutre. — Albert Dürer et Maggi en parlent aussi dans leurs *Traités de fortification*.

pagne pour chercher à enfiler les tranchées. Enfin, il repousse et fatigue les travailleurs par des sorties de petits détachements de cavalerie qui balaient leurs positions et se retirent.

Pendant que l'assiégeant construit ses batteries, l'assiégé concentre son feu sur ces points-là et sur les capitales suivant lesquelles s'avanceront les boyaux, sans gaspiller ses munitions contre une parallèle terminée. Quand on s'attend à voir commencer la 2e parallèle, on s'assure du moment au moyen de balles à feu, et on concentre alors dans le chemin couvert un feu serré de mitraille et de mousqueterie. A ce moment, et quelquefois même plus tôt, si le terrain le permet, on ouvre une tranchée de contre-approche qui sans être enfilée elle-même peut enfiler les places d'armes ou les boyaux de l'ennemi. Et à partir de cet instant, quand les assiégeants commencent à employer les gabions, la durée du siége dépendra beaucoup de ce que pourront faire les sorties accompagnées de travailleurs destinés à bouleverser les travaux commencés.

Il ne faut pas oublier que dans le cas d'une attaque bien conduite et bien soutenue par l'assiégeant, les sorties sont uniquement *le moyen le meilleur et le plus sûr d'interrompre et de pro-*

longer les travaux du siége et par suite de retarder la prise de la place, et non des assauts désespérés livrés aux tranchées de l'ennemi avec l'intention de passer la garde au fil de l'épée. Le succès de tels efforts ne serait que momentané, et la perte que feraient les assiégés leur serait plus sensible que celle des assiégeants, quand bien même le chiffre total serait de beaucoup en faveur des premiers (1). Les sorties doivent donc général être peu nombreuses, fréquentes et promptes à l'attaque comme à la retraite, à moins qu'une sortie faite dans des proportions plus considérables ne puisse amener la destruction d'un ouvrage important et retarder notablement les travaux d'attaque, ou que des inondations, ou d'autres obstacles ne rétrécissent assez le terrain pour égaliser les chances. Lorsque de grandes et puissantes sorties ont réussi à frapper de grands coups et à remporter un succès décisif, cela a toujours tenu à des circonstances par-

(1) Bien que les sorties soient quelquefois nécessaires, elles son dangereuses pour les défenseurs, car la perte de dix hommes leur est plus sensible que celle de cent hommes pour les assiégeants; d'abord parce qu'ils sont moins nombreux, ensuite parce qu'ils ne peuvent renouveler leur monde à volonté. Enfin, on peut dans une sortie perdre un des principaux chefs, ce qui suffit quelquefois pour faire tomber la place.

ticulières. C'est ce qui eut lieu à Gibraltar le 26 novembre 1781, lors de la sortie mémorable du brave Elliott avec le tiers de sa ganison; il eut moins de trente hommes tués ou blessés, détruisit des ouvrages qui avaient coûté à l'ennemi plusieurs mois de travail et encloua une trentaine de pièces de gros calibre; on peut expliquer le succès qu'il remporta dans ce cas par le long espace de temps qu'avait déjà duré le siége sans qu'il fît aucune tentative de ce genre, en sorte que les Espagnols furent surpris et terrifiés, et aussi par le peu d'espace qu'offrait le terrain neutre qui ne permit pas aux assiégeants de concentrer les masses des troupes qu'ils avaient dans leurs parallèles; or, cette dernière circonstance ne se présente pas d'ordinaire. Il y a eu toutefois, et il y aura encore un grand nombre de siéges mal conduits pendant lesquels les assiégés pourront trouver l'occasion de tenter un effort vigoureux contre un ennemi dont les tranchées seront trop étroites ou mal gardées, ou qui aura pris de mauvaises dispositions défensives. C'est là ce qui a amené le succès incontestable qu'ont eu les trois quarts des sorties des garnisons françaises pendant nos siéges d'Espagne. L'histoire de ces siéges fait voir qu'une

sortie hardie et vigoureuse peut ruiner toutes les attaques de l'assiégeant, si la garde des tranchées est mal répartie et mal commandée; mais que si l'on a bien pris les précautions convenables en exécutant ces travaux et en plaçant les défenseurs, une sortie doit être repoussée avec perte quand les tranchées sont encore loin; et que si elles sont déjà avancées et que la sortie réussisse à s'y précipiter tout à coup, elle doit en être nécessairement chassée de suite et cruellement traitée (1).

Quand l'ennemi en arrive à marcher à la sape, les efforts de l'assiégé doivent se borner à continuer le tir à boulets, attendu qu'une ou deux pièces de campagne dirigées sur une tête de sape suffisent pour l'empêcher d'avancer. Il faut les appuyer par de bons tireurs placés dans le chemin couvert et tirant par des créneaux en sacs à terre. On doit aussi à cette époque du siége préparer la nuit des blindages aux sail-

(1) Au siége de Saint-Sébastien, comme les Français venaient de faire avec succès une ou deux sorties sur une parallèle tracée à 200 mètres, on y fit tenir pendant la nuit les hommes de garde assis sur le revers de la tranchée, les fusils entre les mains, attendant la prochaine sortie, avec l'ordre de s'élancer sur l'ennemi aussitôt qu'il paraîtrait sur le parapet. C'est ce qui eu lieu; la sortie fut repoussée sans résistance et il n'en revint plus.

lants et des contre-mines sous les glacis.

Lorsque la troisième parallèle est terminée la garnison doit se préparer à repousser l'attaque du chemin couvert. A moins d'avoir un succès évident, il ne faut pas tenir les saillants assez longtemps pour s'exposer à être confondu pêle-mêle avec les assiégeants, mais il faut se replier, en faisant feu de traverse en traverse, jusqu'aux places d'armes rentrantes, et laisser l'ennemi exposé aux bombes, aux grenades et à la mitraille de la place et à la mousqueterie de la demi-lune.

Si l'on couronne le chemin couvert pied à pied, les défenseurs doivent, tant que dure ce travail, diriger de ce côté tous leurs mortiers, leurs pierriers, et leurs pièces blindées des saillants, et s'aider des mines en faisant suivre d'une sortie sur les tranchées toute explosion bien réussie. Pendant que l'ennemi fait ses descentes de fossé on y envoie beaucoup de grosses bombes, et si l'on peut on dirige de l'artillerie sur leur débouché dans le fossé. On cherche aussi à empêcher l'armement des batteries de brèches, qui sont si difficiles à établir dans des terres mouvantes et par un temps de pluie.

Quand les brèches sont faites, le gouverneur s'évertue à déblayer les décombres, et à couvrir

la brèche ainsi que le fossé en avant, d'obstacles artificiels de toute espèce. Il cherche moins à engager une lutte corps à corps avec les assiégeants sur la brèche, qu'à les y tenir en échec par des obstacles inertes, tandis qu'il y dirige le feu bien nourri de ses retranchements. Ceux-ci, s'ils ne font pas partie des ouvrages permanents de la place, auront dû être fortement palissadés, appuyés par des maisons crénelées ou mis de toute autre manière à l'abri d'être enlevés du premier élan. Dans le cas contraire, ils ne peuvent retarder la chute de la place, ils font couler le sang inutilement, et il vaut mieux n'en pas préparer.

CHAPITRE XII.

DU SYSTÈME MODERNE.

Dans la construction de Belfort et de Landau, sur la frontière rhénane, de 1684 à 1688, Vauban introduisit des changements notables à sa méthode, et il les développa encore davantage à Neufbrisach, vers la fin du même siècle. C'est de ces ouvrages qu'on a déduit ce qu'on a appelé le deuxième et le troisième système de Vauban. Ils se distinguent par une enceinte polygonale, flanquée par de petites tours casematées, ou bastionnets, que couvrent des bastions détachés. A Neufbrisach, qui représente le troisième système, Vauban a en outre agrandi beaucoup le bastion

et la demi-lune, et il a ajouté dans celle-ci un fort réduit ou ouvrage intérieur.

Après Vauban, le premier grand ingénieur qui se consacra au perfectionnement de la science, fut Cormontaingne.

Ce que l'on enseigne ordirairement sous le titre de *système moderne* est principalement basé sur les perfectionnements de Cormontaingne, modifiés par les ingénieurs français qui sont venus après lui. Il diffère principalement du premier système de Vauban :

1° Par l'agrandissement des bastions, ce qui procure plus d'espace pour l'artillerie, pour la mousqueterie, pour la défense des brèches, et l'établissement des retranchements sur les points qui contribuent le plus à la défense et qui sont le plus exposés à être attaqués.

2° Par la grande saillie et la contenance des demi-lunes, ce qui oblige à les attaquer et à les prendre avant de pouvoir opérer le couronnement du chemin couvert du bastion. C'est ce qui n'a pas lieu dans le premier système de Vauban, où les saillants des bastions et de la demi-lune sont presque inscrits dans la même circonférence. La demi-lune de Vauban augmente le travail de l'assiégeant, qui est obligé de la réduire, mais

qui n'a besoin de le faire que quand tout est prêt pour l'assaut du bastion; elle n'ajoute donc que peu de chose ou peut-être rien du tout à la durée du siége. De plus, dans le système moderne, la demi-lune couvre complètement les angles d'épaule des bastions des vues des batteries établies sur le glacis; tandis que dans le système de Vauban ces batteries peuvent faire brèche au bastion si près de l'angle d'épaule qu'il devient facile d'enfiler les flancs. Enfin la saillie des demi-lunes oblige l'assiégeant à ouvrir sa première parallèle à une distance trop éloignée pour qu'il puisse ricocher facilement de là les faces des bastions, et elle protége avantageusement les sorties.

3° Par la grandeur des demi-lunes où l'on peut alors construire des réduits qu'il faut aussi prendre avant les bastions parce que leurs flancs voient les brèches à revers.

4° Par l'établissement de réduits de places d'armes rentrantes qui, combinés avec les retranchements traversant le parapet de la demi-lune, retardent encore l'exécution des logements à faire en avant du bastion. De cette façon, avant de pouvoir établir les batteries de brèche du bastion, on a cinq ouvrages à prendre : deux

demi-lunes, le réduit de l'une d'elles au moins, et les deux places d'armes rentrantes.

Dans ce système on a changé l'inclinaison des revêtements, c'est-à-dire qu'ils sont verticaux à l'extérieur, et vont en s'élargissant vers la base du côté des terres. Cet élargissement s'obtient souvent, non au moyen d'un talus, mais par des gradins successifs. On n'a que des demi-revêtements et le cordon arrondi est remplacé par une *tablette* rectangulaire, dont la face supérieure forme une sorte de berme de 2 pieds de largeur, entre le pied du talus extérieur et le parement de l'escarpe. Les contreforts sont rectangulaires en plan. Quelquefois les revêtements sont construits *en décharge*, c'est-à-dire avec des arceaux et des murs en arrière entre les contreforts; ceux-ci sont alors percés de baies, et on a ainsi le long de l'escarpe des galeries intérieures, d'où l'on peut tirer dans le fossé par des créneaux.

Les principaux avantages qui résultent dans le système moderne de la saillie des demi-lunes, ne deviennent sensibles qu'à partir de l'octogone.

Du Tracé. Pl. VIII, fig. 120 et 121. La longueur du côté extérieur est de 384 yards; la perpendiculaire est encore le $\frac{1}{6}$ de cette longueur.

La face du bastion est égale au $\frac{1}{3}$ du côté exté-

rieur et les flancs sont menés perpendiculaires aux lignes de défense. L'arrondissement du fossé du corps de place devant le bastion se trace comme précédemment, mais les tangentes qui fixent le reste de la contrescarpe, partent de la crête du parapet à l'angle d'épaule, et non à l'angle d'épaule du cordon.

La tenaille a encore 16 yards d'épaisseur, mais ses extrémités et sa gorge sont à 11 yards de l'escarpe de l'enceinte.

La crête du parapet est coudée à chaque extrémité perpendiculairement à une ligne partant du milieu du fossé de la demi-lune à sa rencontre avec la contrescarpe du corps de place.

Tracé de la demi-lune. On prend sur chaque face du bastion 36 yards à partir de l'angle d'épaule. Sur la ligne fictive qui relie ces deux points, on construit un triangle équilatéral dont le sommet sera le saillant de la demi-lune; et les faces s'arrêteront comme par le passé à leur rencontre avec la contrescarpe. On trace comme précédemment le fossé de la demi-lune et le chemin couvert; ce dernier a onze yards de largeur.

Les faces du réduit de demi-lune sont parallèles à celles de la demi-lune, et dirigées sur la crête du parapet du corps de place aux angles

d'épaule; la contrescarpe du fossé du réduit est parallèle à l'escarpe à 11 yards de distance.

Tracé des flancs du réduit. A partir de la rencontre de sa face avec la direction de la contrescarpe du corps de place, on prend 11 yards ½ sur la contrescarpe et 18 sur la face. La ligne qui réunit les deux points ainsi obtenus est le flanc du réduit. On obtient la gorge en réunissant les extrémités de la crête des deux flancs. On trace la gorge de la demi-lune parallèlement au côté extérieur, et de 4 à 6 pieds en deçà, jusqu'à la rencontre des flancs du réduit.

Construction du réduit de place d'armes rentrante. On obtient sa capitale en traçant la bissectrice de l'angle formé par les contrescarpes du corps de place et de la demi-lune, et on joint le saillant du bastion à celui de la demi-lune par une ligne qui coupe cette capitale, et qui forme la contrescarpe d'une face de ce réduit. Si on joint ce point d'intersection de la capitale avec le saillant de la place d'armes saillante, on a la contrescarpe de l'autre face. Le fossé a 6 yards de largeur, et l'escarpe est parallèle à la contrescarpe. Pour donner à ce réduit un petit flanc du côté de la demi-lune, on se contente de retourner la crête de son parapet, sur une longueur de

6 yards perpendiculairement à la ligne qui joint son extrémité au saillant de la demi-lune; en prolongeant cette dernière ligne, on retire au réduit un espace triangulaire que l'on ajoute au fossé de la demi-lune.

La crête de la place d'armes rentrante, est un arc de cercle dont le centre est au point de départ de la bisectrice ci-dessus, et dont un point se trouve sur cette même capitale du réduit, à 20 yards en avant de sa contrescarpe.

Aux points où cet arc rencontre la crête du chemin couvert, des traverses viennent compléter la fermeture des places d'armes. Il y a encore trois autres traverses sur chaque branche du chemin couvert de la demi-lune, les plus avancées formant le prolongement des faces de la demi-lune. — Ces deux dernières traverses n'ont que 9 pieds de plongée, celles des places d'armes rentrantes ont 18 pieds. Les passages autour des traverses sont en *crémaillère*. Le glacis a 60 yards de largeur. Au saillant de la place d'armes, devant la demi-lune, on fait à la crête du glacis un pan coupé de 9 yards de longueur perpendiculairement à la capitale.

Il y a une *coupure* ou retranchement dans le parapet de chaque face de la demi-lune. Cela

consiste en un parapet et un fossé de 6 yards de largeur dont la contrescarpe est une perpendiculaire à la face de la demi-lune menée par l'extrémité de l'escarpe du réduit de place d'armes.

On a déjà indiqué les principaux avantages que ce tracé doit présenter ; il y a encore quelques caractères secondaires à signaler. La *trouée* de la tenaille étant masquée par l'élargissement de la demi-lune, on peut écarter un peu plus des flancs les extrémités de la tenaille, et les soustraire ainsi un peu aux éclats, sans craindre d'exposer la courtine aux vues de l'ennemi établi sur le glacis. Les petits flancs ajoutés aux parapets de cet ouvrage servent à diriger un feu de mousqueterie contre l'ennemi qui déboucherait du fossé de la demi-lune dans celui du corps de place.

La demi-lune étant tracée suivant un triangle équilatéral, n'a qu'une ouverture de 60°, ce qui est l'angle le plus aigu que l'expérience permette d'admettre. Quand plusieurs fronts de ce système sont en ligne droite, la grande saillie des demi-lunes abrite complétement les faces des bastions contre le ricochet.

Les fossés de la demi-lune et de son réduit

sont tous les deux flanqués par la face du bastion, tandis que les flancs du réduit voient directement la partie du bastion, entre le saillant et le prolongement de la face de la demi-lune, qui est le plus exposée à être battue en brèche.

Ces flancs doivent avoir des pièces casematées, qui resteront intactes jusqu'à la chute du réduit lui-même.

Par suite du tracé du réduit de place d'armes, son fossé, sur une face au moins, est tout à fait défilé; son flanc bat directement la position ordinaire des brèches de la demi-lune, et la direction de sa demi-gorge du côté de la demi-lune couvre la communication en ce point des vues des logements de l'ennemi en avant de la demi-lune.

Les banquettes de la place d'armes rentrante, sont enfilées plus difficilement, à cause de leur tracé circulaire.

L'épaisseur réduite des traverses avancées du chemin couvert est suffisante pour résister au ricochet, mais non au feu de plein fouet de l'artillerie de la place, si les assiégeants voulaient les employer comme abris.

La *coupure* de la demi-lune est destinée à empêcher les assiégeants de chasser les défen-

seurs du réduit de place d'armes dès qu'ils ont pris la demi-lune et son fossé doit être défilé par le parapet du réduit. Il faut reconnaître que le tracé indiqué semble satisfaire plutôt à la seconde condition qu'a la premiére, qui est cependant la plus importante.

Une différence de niveau de 8 pieds entre le fossé du corps de place et celui de la demi-lune sert à faire voir une plus grande partie de ce dernier par le bastion en arrière; elle couvre en même temps la communication de la place d'armes, et elle est un obstacle aux sapes qu'on pourrait chercher à pousser vers le bastion.

Les dimensions des parapets etc., etc., peuvent rester les mêmes que dans l'ancien tracé. Voici quelques modifications ou additions :

Enceinte	Talus de rempart	14	pieds.
—	Talus extérieur du parapet.	11	»
Berme.	Partout.	2	»
Tenaille.	Talus extérieur. .	6	»
Réd. de demi-lune	Talus intérieur. .	12	»
—	Terreplein à partir des banquettes. .	18	»

—	Talus extérieur. .	5	$\frac{1}{2}$
Demi-lune	id.	6	»
Réd. de pl. d'arm.	Talus intérieur. .	5	$\frac{1}{2}$
—	Terreplein. . .	10	»
—	Talus extérieur. .	3	$\frac{1}{2}$

On fait généralement dans le système moderne des retranchements dans les bastions. Dans le cas d'un retranchement à la gorge, qui est celui que Cormontaingne préfère, on prend sur chaque courtine 20 yards à partir des angles de flanc, et la ligne qui joint ces points donne le côté extérieur du retranchement. La perpendiculaire est le $\frac{1}{7}$ et les faces les $\frac{2}{7}$ de ce côté extérieur ; et joignant les angles d'épaule ainsi déterminés aux angles de flanc des deux courtines, on a la contrescarpe. S'il doit y avoir un cavalier outre le retranchement, ses faces et ses flancs seront parallèles à ceux du bastion ; les faces (ayant en avant un fossé de 11 yards) seront tracées à 23 yards des crêtes du bastion, et les flancs (sans fossés) seront à 12 yards des crêtes des flancs. Le retranchement est complété par une *coupure* ou tranchée coupant d'équerre le parapet et le terreplein du bastion. Le fossé de cette coupure pourra avoir 6 yards de largeur,

et on obtient sa contrescarpe en la dirigeant sur la rencontre de la face du bastion avec le prolongement de celle de la demi-lune, en sorte que le retranchement ne peut être tourné par une brèche que produirait une batterie tirant suivant le fossé de la demi-lune. La partie du parapet de la coupure qui flanque le fossé du cavalier est reculée d'environ 1 yard afin de laisser ainsi sur la contrescarpe un point d'où l'on puisse flanquer la place du cavalier, qui ne serait pas flanqué sans cela.

Le relief total de l'enceinte, abstraction faite du cavalier, est de 45 pieds et demi, c'est-à-dire 23 pieds demi au-dessus du terrain naturel, et 22 pieds au-dessous. Voici les autres hauteurs :

Au-dessus du terrain naturel.

Tablette de l'enceinte. . . .	8 pieds ½.
(L'escarpe ayant 30 pieds ½ de hauteur.)	
Crête de la tenaille.	5 pieds.
Id. du réduit de ½ lune. . .	20 id. ½.
Id. de la demi-lune. . . .	17 id. ½.
Glacis de la demi-lune. . . .	8 id. ½.
Id. du bastion.	9 id. ½.

Crête du cavalier (environ). .	32	id.	½.
Sa tablette.	18	id.	½.
Fond de son fossé.	0		0.

Au-dessous du terrain naturel.

Fossé du réduit de demi-lune. .	6	pieds.
Id. de la demi-lune. . . .	14	id.
Id. de réd. de pl. d'ar. rentrante	11	id.

Pentes transversales des terres pleins.

Enceinte.			6 pouc.
Tenaille.	1	pied	0
Terreplein de réduit de ÷ lune	0	»	6
Intérieur du réduit. . . .	1	»	6
Demi-lune.	0	»	6
Terreplein du réduit de place d'armes rentrante.	0	»	6
Intérieur du réduit id. .	1	»	0
Chemin couvert.	0	»	6

Un double escalier conduit du bout de la caponnière au réduit de demi-lune, et des poternes placées sous les flancs descendent de cet ouvrage dans son fossé. Les escaliers des places

d'armes rentrantes communiquent par un palier avec le fossé de la demi-lune. Il y a encore des escaliers conduisant du fossé du réduit de la demi-lune aux parties de la demi-lune en arrière des coupures; et tout à côté, des rampes permettent de monter sur le terreplein de la partie antérieure de la demi-lune. Sous chaque face du réduit de demi-lune des poternes descendent dans le fossé en avant, et des rampes conduisent des fossés dans le chemin couvert.

On établit quelquefois une demi-caponnière pour couvrir la communication entre l'escalier à la gorge de la demi-lune et la poterne sous le rempart du réduit de demi-lune.

CHAPITRE XIII.

DE QUELQUES AUTRES SYSTÈMES DE FORTIFICATION.

Coehorn, contemporain hollandais de Vauban, proposa plusieurs systèmes destinés à être appliqués aux terrains marécageux et aux fossés pleins d'eau des Provinces-Unies, de préférence aux tracés combinés comme pour des fossés secs et où on introduisait l'eau sans se préoccuper des nouvelles conditions qui en résultaient. Ses plans comprennent un système enveloppe composé de fossés pleins d'eau et d'ouvrages à terres coulantes, et une enceinte intérieure avec fossés secs et escarpes revêtues. Les détails sont très-compliqués, et demanderaient des plans et des développements considérables.

Dans le dernier siècle, Montalembert suggéra l'idée de diriger contre les attaques un feu d'artillerie considérablement supérieur à celui qu'une armée assiégeante pourrait engager. Pour les places à créer, il rejette complétement le tracé bastionné, qu'il remplace par une série d'angles saillants et rentrants perpendiculaires entre eux. Il couvre l'enceinte par un double système de contregardes flanquées par des batteries casematées à plusieurs étages placées dans les angles rentrants. De grandes tours rondes en maçonnerie, hautes de quatre étages, et placées aux saillants, commandent le tout. Il propose de modifier les places bastionnées déjà construites en élevant et transformant la tenaille, de manière à obtenir un polygone de fronts *en tenaille*, dont les bastions ne seraient plus que les retranchements. Il obtient alors son flanquement en établissant des caponnières casematées en arrière des demi lunes. Ceci ne peut donner qu'une idée très-générale de l'esprit de ses projets; mais son grand ouvrage *de la fortification perpendiculaire* contient un grand nombre d'exemples de ses tracés.

Sous Napoléon, Carnot publia un nouveau système caractérisé plus particulièrement : par la

substitution d'un long talus (*glacis en contre-pente*) à la contrescarpe, afin de faciliter les sorties, dont il voulait augmenter considérablement l'emploi pour la défense; par un mur d'escarpe détaché de l'enceinte, et crénelé, que Montalembert avait aussi proposé; enfin par l'emploi d'une énorme quantité de mortiers blindés placés sur les capitales. Son ouvrage est très-intéressant et plein de mérite, mais l'influence exagérée qu'il accorde à l'effet combiné des sorties et des petits projectiles lancés par les mortiers pour tuer les assiégeants en détail rappelle le plan du capitaine Bobadil pour l'extermination de l'armée espagnole.

Les innovations proposées par Bousmard, dans le supplément à son célèbre *Essai général de fortification*, consistent principalement à porter les demi-lunes en avant du glacis, à donner à la tenaille des flancs casematés, à rétrécir le fossé pour mettre le chemin couvert à portée des grenades du corps de place, et à disposer les traverses en petits redans. Nous en parlons ici parce que les deux premières de ces dispositions ont été suivies jusqu'à un certain point par Chasseloup de Laubat dans les grands travaux, aujour-

d'hui démolis, que Napoléon fit faire à Alexandrie.

Les idées de Carnot, et surtout de Montalembert ont eu une très-grande influence sur les travaux qui ont été faits en Allemagne depuis la paix. Le principe général est d'enfermer l'espace que l'on a choisi à cause de l'importance de sa position, au moyen d'ouvrages susceptibles de se défendre d'eux-mêmes et placés sur les points les plus avantageux; on donne à chaque ouvrage un fort réduit intérieur et des casemates pour le flanquement, afin que chacun puisse se défendre vigoureusement indépendamment des autres. On relie ces ouvrages par une enceinte polygonale, ou encore on les emploie comme ouvrages avancés dont l'ennemi doit faire le siége en règle et s'assurer la possession avant d'attaquer la ville elle-même ou la citadelle centrale. Les ouvrages de celle-ci sont établis d'après ce même principe que tous les points principaux doivent pouvoir se défendre isolément après la chute de l'enceinte continue. Les flanquements s'obtiennent principalement au moyen de grandes caponnières en maçonnerie dont les pièces inférieures balaient les fossés, tandis que les plus élevées commandent le glacis. Ces caponnières sont masquées

par des ouvrages en terre, demi-lunes ou contre-gardes, dont les fossés sont flanqués et fermés par des batteries casematées.

On place aux saillants des batteries de canons blindées, et en arrière sur la capitale les casemates de Carnot pour les mortiers. Dans les grandes places on place dans chaque front de fortes casernes défensives, et dans les plus petites on dispose au centre ou à la gorge un réduit en maçonnerie qui souvent tient en même temps lieu de cavalier par suite de son commandement sur l'enceinte et le terrain en avant. « Ce système, » dit l'inspecteur du génie prussien Brèze, a eu » principalement pour but d'obvier aux défauts » reconnus dans le tracé bastionné. C'est ce qui » a amené les ouvrages détachés et indépen- » dants; les batteries couvertes, qui ne peuvent » être détruites de l'extérieur; les abris voûtés » pour les troupes à l'intérieur même des ouvra- » ges; les postes avancés et détachés sur les » points où ils sont nécessaires à la défense, et » enfin l'établissement de communications faciles » et sûres pour la circulation des troupes. Mais » bien que ce soient ces idées qui aient inspiré » les nouveaux ouvrages, il n'y a pas eu encore » chez nous de système bien arrêté. »

La position de la grande caponnière employée ordinairement à flanquer les fossés étant au centre du front, la longueur du côté extérieur pourra être double de celle des lignes de défense, ou 600 yards et même davantage. Les saillants de l'enceinte ont les mêmes ouvertures que ceux du polygone de la place, puisqu'ils ne sont plus diminués comme dans le système bastionné; il en résulte que même dans un octogone, il n'est pas nécessaire que la demi-lune ait une saillie exagérée pour qu'elle puisse completement couvrir les faces contre le tir à ricochet.

Nous donnons, pl. IX, fig. 8 et 9 des applications des principes généraux de ce système allemand, tirées du fort Alexandre près de Coblentz avec leur construction d'après le colonel Humfrey. L'ensemble paraît être une simplification des tracés donnés par Montalembert dans le second volume de son grand ouvrage.

Les environs de Coblentz, ayant une importance permanente pendant une guerre sur le Rhin, ont été destinés à recevoir de grands camps retranchés présentant un appui à une armée sur la défensive. La Moselle vient de l'ouest pour se jeter dans le Rhin, et Coblentz se trouve dans l'angle compris entre la rive droite de la Moselle

et la rive gauche du Rhin. Une série d'ouvrages du genre de ceux dont nous avons parlé occupent les hauteurs sur les deux rives de la Moselle et embrassent l'espace compris entre cette rivière et le Rhin.

La grande forteresse d'Ehrenbreitstein couvre une montagne rocheuse sur la rive droite de ce dernier fleuve, et commande ses deux rives ainsi que la ville; c'est la citadelle du système. Le fort le plus important ensuite est le fort Alexandre qui couvre les abords de Coblentz entre Rhin et Moselle.

Dans la figure 8, pl. IX, *na* et *nn* représentent les fronts du fort Alexandre qui est établi sur un parallélogramme dont les angles sont de 85° et 95°. Le procédé de construction de *na* est indiqué sur la ligne *ab*, prise égale à *na*. On prend :

$AB = 660$ yards.
$GC = \frac{1}{12}$ AB.
$CD = CE = \frac{1}{7}$ AB.
$FF = \frac{1}{6}$ AB.

Les lignes FD et FE sont alors les faces de la demi-lune. On trace la ligne *ab* parallèlement à AB à 81 yards de distance, et on prend

ab = 492 yards; ad = de = eb = $\frac{1}{3}$ ab. Les flancs casematés *di* et *ke* ont chacun 33 yards de longueur, et ce sont les cordes de deux arcs de cercle décrits du point G comme centre, avec Gd pour rayon. La longueur $\times$ Cm = 29 yards donne le saillant de la caponnière, dont les faces sont dirigées sur les points *i* et *k*, et dont les flancs sont parallèles à la capitale, à 16 yards de distance de chaque côté; sa gorge est sur le *côté intérieur ab*. L'arrondissement du fossé au saillant de la caponnière a 20 yards de rayon, et le reste de son tracé est fixé par des tangentes menées des points *d* et *e*.

Le fossé de ce qu'ont peut encore appeler les bastions a 28 yards $\frac{1}{2}$, et la contrescarpe est parallèle aux faces. Les lignes CA et BC donnent les faces des contregardes qui protégent les bastions. Le fossé devant les contregardes et la demi-lune a 50 pieds de largeur, et la contrescarpe est remplacée par un glacis en contrepente de 25 yards. Les fossés de la demi-lune sont flanqués par les batteries casematées placées en D et E, qui empêchent en même temps de faire brèche aux faces des bastions. La caponnière a de chaque côté deux étages de casemates recouvertes de terre, et son intérieur est à ciel ouvert.

Au saillant de la contre-garde, en p, il y a une portion régulière de glacis qui se prolonge sur chaque branche sur une longueur égale à la largeur du fossé et on établit là un blockhaus casematé. On établit sur les capitales des bastions des casemates pour les mortiers, et on blinde les pièces des saillants; *gu* est un réduit intérieur casematé, l'entrée du fort et le pont-levis sont en f.

On a obtenu le défilement des longues lignes du fort en les dirigeant sur les vallons voisins.

Dans la figure (3, pl. IX) BC donne la coupe du bastion et de la contre-garde; *cd* celle du flanc; *ab* celle de la grande caponnière.

La crête de l'enceinte est à 25 pieds, et celle de la contregarde à 11 pieds au-dessus du terrain naturel. Une partie des escarpes est détachée du rempart, et leur sommet est crénelé et muni sur la face intérieure d'un chemin de rondes de 5 pieds. Il y a une galerie de ceinture tout autour de l'ouvrage pour les contremines, et des *écoutes ef* s'avancent sous le glacis en contre-pente. Le fond du fossé est environ à 20 pieds au-dessous de la surface du sol.

On a construit à Cologne, à Mayence, et sur d'autres points des ouvrages du même genre que

ceux de Coblentz, c'est-à-dire des camps retranchés appuyés par de bons forts détachés dont le noyau est la ville, également fortifiée. Ils varient beaucoup pour les détails, mais dans les ouvrages prussiens, au moins, on retrouve les inspirations de Montalembert. A Lintz, sur le Danube, les Autrichiens ont fortifié un grand point de concentration de troupes et ont fermé cet espace par trente-deux tours rondes.

Les travaux de défense récents de Gênes, de Lyon et de Paris ont présenté un grand emploi de forts détachés, qui sont même alliés à Paris avec un système d'enceinte continue. Tout en adoptant quelques unes des dispositions de détail de Montalembert, les Français s'en sont généralement tenus aux tracés de Vauban et de ses disciples.

Ce qui précède peut donner une idée générale des transformations que la fortification a subies depuis la fin de la guerre européenne. Néanmoins, pendant bien des années encore, le plus grand nombre de places que l'on aura a attaquer ou à défendre seront tracées siuvant le système bastionné.

EXPÉRIENCES

SUR LES

POUDRES DE GUERRE

FAITES A L'ARSENAL DE WASHINGTON

EN 1845, 1847, 1848

PAR A. MORDECAI

Major de l'artillerie américaine

(*Deuxième rapport.*)

TRADUIT

PAR MARTIN DE BRETTES

Capitaine d'artillerie, inspecteur des études à l'École Polytechnique

---

(Voir le tome VII, de la page 369 à la page 380)

III

Expériences avec le canon de 12 livres

(6 mars 1847.)

On reçut en novembre 1845 un canon de 12 livres, mais la guerre, qui survint avec le Mexique, fit suspendre les expériences, et le pendule balistique fut exclusivement employé à l'essai des poudres. On tira quarante-deux coups avec le canon de 24 et la charge de 4 livres.

A la même époque, on essayant quelques échantil-

lons de poudre avec la charge de 6 livres, on avait sans nul discernement fait usage de sable très-humide pour remplir l'intérieur du bloc-pendule. Cette circonstance fut cause qu'au second coup de ce tir, le boulet pénétra dans le sable presque jusqu'à la masse de plomb et brisa le bloc qui du reste paraissait avoir été fendu dans les expériences faites en octobre 1845, avec un culot de fer fondu.

Il se détacha du bloc-pendule deux grands éclats dont l'un, pesant 70 livres, fut projeté à plus de 50 pieds. L'autre frappa l'arc divisé en bronze et le plia vers sa partie supérieure. Le boulet resta dans le bloc.

1° *Expériences avec le canon de 25 calibres de longueur d'âme.*

(28 juin 1847.

On remplaça le bloc du pendule balistique. Ce nouveau bloc ressemblait au précédent, si ce n'est que le vide était plus long de deux pouces et était concentrique à la surface extérieure. On souda aussi au dernier cercle de fer forgé deux bandes de même métal, qu'on disposa en croix au-dessus de l'extrémité sphérique du bloc pour empêcher la projection des éclats en cas de rupture.

Données relatives au pendule balistique.

Parties.	Poids.	Centre de gravité.	Moment.
	Livres.	Pouces.	
Appareil de suspension du bloc.	2,847	114.13	324,928.11
Bloc et plaques de face........	6,700	195.	1,588,470.0
Hémisphère en plomb.........	592		
Planches de chêne............	8		
Sacs de sable { 2 de 230 livres. 2 de 234 livres.	936		
Poids d'ajustage.............	920	219.	201,480.
Moment p g..................	11,913	177.53	2,114,878.11
Centre d'oscillation o.........	—	194.69	

Car b = 12.3 livres et i = 194.5 pouces.

$$\text{Log}\,\frac{2\,(pg+bi)\sqrt{Go}}{12\,b}=6.89560.$$

Le canon de 12, objet de ces expériences, est représenté pl. 1. Il était en fer fondu, avait 20 pouces de diamètre de la culasse jusqu'à 36 pouces de celle-ci. La longueur de l'âme était 115 pouces 75 ou 25 calibres. Son poids de 8,910 livres. On ajusta sur ce canon trois colliers pour le suspendre à l'appareil oscillant, quand on l'aurait coupé à diverses longueurs.

Ce canon fut coulé à la fonderie de West-Point, et éprouvé d'abord avec la charge de 12 livres de poudre et un boulet cylindrique de 24 livres, puis avec la charge de 6 livres et le même boulet. Cette épreuve, peut-être excessive, paraît avoir déterminé un sensible accroissement du diamètre de l'âme entre 16 et 23 pouces du fond, comme il résulte du tableau suivant :

Mesures de l'âme du canon de 12 livres.

(Novembre 1845.)

Dist. au fond de l'âme,	Diam. vertical.	Dist.	Diam.	Dist.	Diam.	Dist.	Diam.	Dist.	Diam.
Pouces.	Pouces.	Pou.	Pou.	Pou.	Pou.	Pou.	Pou.	P u.	Pou.
1.75	4.626	18.25	4.635	25.75	4.630	43.75	4.629	77.75	4.628
2.75	.631	18.75	.636	26.75	.630	44.75	.630	79.75	.630
3.75	.630	19.25	.636	27.75	.630	45.75	.630	81.75	.629
4.75	.630	19.75	.638	28.75	.629	47.75	.629	83.75	.628
5.75	.630	20.	.640	29.75	.630	49.75	.629	85.75	.628
6.75	.630	20.25	.641	30.75	.629	51.75	.629	87.75	.628
7.75	.630	20.5	.643	31.75	.631	53.75	.628	89.75	.629
8.75	.630	20.75	.641	32.75	.635	55.75	.629	91.75	.629
9.75	.630	21.	.645	33.75	.630	57.75	.630	93.75	.628
10.75	.631	21.25	.646	34.75	.329	59.75	.630	93.75	.628
11.75	.631	21.5	.646	35.75	.629	61.75	.628	97.75	.628
12.75	.630	21.75	.641	36.75	.629	63.75	.629	99.75	.628
13.75	.631	22.	.641	37.75	.629	65.75	.628	101.75	.629
14.75	.632	22.25	.640	38.75	.629	67.75	.628	103.75	.629
15.75	.632	22.5	.638	39.75	.629	69.75	.627	103.75	.629
16.75	.633	22.75	.631	40.75	.629	71.75	.628	110.75	.630
17.25	.633	23.75	.630	41.75	.628	73.75	.629	115.75	.635
17.75	.635	34.75	.630	42.75	.628	75.75	.629		

Quand le canon était suspendu aux colliers postérieurs, il devenait nécessaire d'augmenter le poids vers la culasse pour rendre l'âme horizontale. Ce contrepoids était formé d'une bande de plomb ajustée dans le collier voisin de la culasse et maintenue par un cercle en fer.

Données relatives au pendule.

Parties.	Poids.	Centre de gravité.	Moment.
	Livres.	Pouces.	
Appareil de suspension du canon..........	2,811.	112.8	317,080.8
Canon...............	8,950.	195.	1,796,437.5
Contre-poids.........	262.5		
Poids supplémentaire..	291.	215.	62,565.
p' g'...........	12,314.5	176.71	2,176,083.3
Centre d'oscillation o'.	....	194.82	

$$\text{Log}\,\frac{2\,p'\,g'\,\sqrt{G\,o'}}{12\,i'} = 5.70753.$$

La vitesse initiale du boulet, calculée d'après le recul

du canon pendule par la formule donnée dans mon premier rapport, a été de 1,600 pieds comme précédemment.

On a employé dans les expériences sur le vent des obus à parois épaisses exactement mis au calibre en les tournant, et rendus également pesants par l'introduction de plomb fondu dans leur intérieur. L'œil était fermé par une fusée en fer.

On employa des valets attachés aux boulets par des courroies en cuir dans le tir des projectiles sphériques, mais on les supprima dans le tir des boulets fixés aux charges.

Les sachets employés étaient ceux de campagne du diamètre de 4 po. 2.



Expériences au pendule batistique avec le

No.	Dates.	POUDRE. Espèces.	POUDRE. Poids.	Poids de la cartouche.	BOULETS. Diamètre.	BOULETS. Vent.	BOULETS. Poids.	Poids du boulet et du valet.	LONGUEUR. de la cartouche.	LONGUEUR. du charg. complet.	Point du choc.
	1847.		Liv.	Liv.	Pou.	Pou.	Liv.	Liv.	Pou.	Pou.	Pou.
1	Juin 28	A.	3	3.03	4.51	0.12	12.48	12.53	6.9	11.	195.
2	Juill. 7	«	2	2.023	«	«	.26	.306	5.	9.1	194.2
3	«	«	«	«	«	«	.30	.346	5.	9.1	194.9
4	«	«	«	«	«	«	.37	.416	5.1	9.2	195.15
5	«	«	«	«	4.32	.31	.30	.346	5.	9.1	194.05
6	«	«	«	«	«	«	«	«	5.	9.	193.5
7	«	«	«	«	«	«	«	«	5.	9.	194.5
8	«	«	«	«	4.42	.21	«	«	5.	9.	194.5
9	«	«	«	«	«	«	«	«	5.	9.1	194.1
10	«	«	«	«	«	«	«	«	5.1	9.1	194.25
11	«	«	«	«	4.52	.11	«	«	5.1	9.25	194.2
12	«	«	«	«	«	«	«	«	5.	9.1	194.35
13	«	«	«	«	«	«	«	«	5.	9.2	193.3
14	Juill. 8	«	3	3.032	4.32	.31	«	«	6.75	10.75	194.3
15	«	«	«	«	«	«	«	«	6.9	10.85	194.8
16	«	«	«	«	«	«	«	«	6.95	10.85	194.6
17	«	«	«	«	4.42	.21	«	«	6.95	11.	194.25
18	«	«	«	«	«	«	«	«	6.7	10.75	195.
19	«	«	«	«	«	«	«	«	6.75	10.8	194.6
20	«	«	«	«	4.52	.11	«	«	6.7	10.9	193.5
21	«	«	«	«	«	«	«	«	6.7	10.9	194.45
22	«	«	«	«	«	«	«	«	6.7	10.9	194.15
23	«	«	4	4.04	4.32	.31	«	«	8.4	12.45	194.55
24	«	«	«	«	«	«	«	«	8.4	12.45	194.3
25	«	«	«	«	«	«	«	«	8.5	12.5	194.3
26	«	«	«	«	4.42	.21	«	«	8.5	12.5	194.60
27	«	«	«	«	«	«	«	«	8.6	12.7	194.6
28	«	«	«	«	«	«	«	«	8.75	12.75	194.6
29	«	«	«	«	4.52	.11	«	«	8.75	13.	194.55
30	«	«	«	«	«	«	«	«	8.5	12.7	194.5
31	«	«	«	«	«	«	«	«	8.65	12.8	194.3

canon de 12 (longueur d'âme 25 calibres).

OSCILLATIONS.		Moment du canon-pendule.	VITESSE DU BOULET.		Numéros.	OBSERVATIONS.
Canon pendule.	Bloc pendule.		Par le recul du canon.	Par le recul du bloc-pendule.		
° ′ ″	° ′ ″		Pieds.	Pieds.		
6 12	4 53 40	29.799	1698	1697	1	
5 5 30	3 54 40	22.651	1391	1386	2	
5 8 10	3 58 20	22.849	1404	1398	3	
5 5 32	3 54 40	22.654	1380	1367	4	
4 31 20	3 11	20.119	1114	1126	5	
4 32 30	3 10 20	20.206	1119	1125	6	
4 34 40	3 13 20	20.366	1130	1139	7	
4 52 10	3 38	21.663	1268	1282	8	
4 51 40	3 35 10	21.626	1266	1268	9	
4 51	3 34 40	21.577	1262	1264	10	
5 7 40	3 57 30	22.812	1404	1398	11	
5 12 40	4 4	23.182	1431	1434	12	
5 12 52	4 3 40	23.197	1432	1441	13	
6 4	4 4 10	26.985	1413	1437	14	
6 5 30	4 3	27.096	1420	1426	15	
6 4	4 4	26.985	1413	1416	16	
6 24 10	4 28 40	28.478	1572	1581	17	
6 20 20	4 27	28.194	1553	1566	18	
6 20 32	4 25 10	28.210	1554	1558	19	
6 39	4 49 30	29.577	1712	1711	20	
6 40 48	4 52	29.710	1721	1717	21	
6 42 20	4 53 30	29.824	1729	1728	22	
7 20 10	4 36 20	32.624	1619	1624	23	
7 20 40	4 36 20	32.661	1621	1626	24	
7 20	4 36 50	32.612	1618	1629	25	
7 40	5 2 40	34.092	1779	1778	26	
7 39 20	5 2	34.043	1776	1774	27	
7 39	5 2 40	34.018	1775	1778	28	
7 55	5 26	35.202	1924	1916	29	
7 59 20	5 30	35.523	1945	1939	30	
7 56 20	5 25	35.304	1930	1941	31	

Expériences au pendule balistique avec le

No.	Dates.	POUDRE. Espèces.	POUDRE. Poids.	Poids de la cartouche.	BOULETS. Diamètre.	BOULETS. Vent.	BOULETS. Poids.	Poids du boulet et du valet.	LONGUEUR. De la cartouche.	LONGUEUR. Du charg. complet.	Point du choc.
	1847.		Liv.	Liv.	Pou.	Pou.	Liv.	Liv.	Pou.	Pou.	Pou.
32	Juill. 8	A.	3	4.04	4.51	0.12	12.22	12.266	6.8	11.	195.[illegible]
33	«	«	«	«	«	«	.31	.356	6.95	11.	194.5
34	«	«	«	«	«	«	.28	.326	6.8	10.9	194.75
35	Juil. 10	«	4	«	«	«	.29	.336	8.5	12.7	194.4
36	«	«	«	«	«	«	.30	.346	8.6	12.75	194.4
37	«	«	«	«	«	«	.32	.366	8.9	12.65	194.6
38	«	«	5	5.045	«	«	.23	.276	10.6	14.8	193.2
39	«	«	«	«	«	«	.28	.326	10.65	14.75	194.5
40	«	«	«	«	«	«	.20	.246	10.5	14.7	194.75
41	«	«	6	6.05	«	«	.31	.356	11.75	15.9	195 [illegible]
42	«	»	«	«	«	«	.28	.326	11.95	16.15	194.6
43	«	«	«	«	«	«	.29	.336	12.1	16.25	194.9
44	«	«	«	«	«	«	.25	.296	12.3	16.45	194.6
45	«	«	8	8.06	«	«	.29	.336	15.3	19.4	194.[illegible]
46	«	«	«	«	«	«	.34	.386	15.3	19.5	195.[illegible]
47	«	«	2	2.025	«	«	5.93	5.976	5.1	9.3	194.7
48	«	«	«	«	«	«	.98	6.026	5.2	9.4	194.1
49	«	«	«	«	«	«	.97	6.016	5.1	9.3	193.
50	«	«	3	3.032	«	«	.95	5.996	6.8	11.	194.5
51	«	«	«	«	«	«	.97	6.016	6.8	11.	193.[illegible]
52	«	«	«	«	«	«	.94	5.986	6.8	11.	194.5
53	«	«	4	4.04	«	«	6.13	6.176	8.7	12.8	194.[illegible]
54	«	«	«	«	«	«	6.	6.046	8.65	12.8	195.[illegible]
55	«	«	«	«	«	«	5.96	6.006	8.55	12.75	194.3
56	Juil. 13	«	3	3.032	«	«	24.85	24.85	6.9	14.6	194.
57	«	«	«	«	«	«	.90	.90	6.9	14.7	195.[illegible]
58	«	«	4	4.04	«	«	.86	.86	8.6	16.5	19[illegible]
59	«	«	«	«	«	«	.90	.90	8.75	16.6	19[illegible]
60	«	«	7	7.055	«	«	12.34	12.356	13.75	17.9	19[illegible]
61	«	«	«	«	«	«	.34	.386	14.1	18.2	195.

non du 12 (longueur d'âme 25 calibres). Suite.

VIBRATIONS.		Moment du canon-pendule.	VITESSE DU BOULET.		Numéros.	OBSERVATIONS.
Canon-pendule.	Bloc-pendule.		Par le recul du canon.	Par le recul du bloc-pendule.		
° ′ ″	° ′ ″		Pieds.	Pieds.		
6 38 26	4 49	29.535	1700	1702	32	
6 40	4 49	29.651	1709	1698	33	
6 41 20	4 50 40	29.750	1720	1709	34	
7 51 40	5 22 10	34.956	1901	1897	35	
7 53	5 21	35.055	1906	1888	36	
7 57 10	5 25	35.067	1904	1906	37	
9 3	5 48	40.232	2058	2065	38	
9 4	5 49 40	40.306	2083	2058	39	
9 2	5 48	40.158	2084	2059	40	
9 35	5 50 50	42 598	2056	2054	41	(*)
10 11	6 17 40	45.258	2227	2222	42	Projectiles brisés dans le sable.
10 11 30	6 16 40	45.295	2227	2211	43	
10 0 20	6 7 50	44.470	2182	2170	44	
11 31	6 22 30	50.995	2243	2253	45	
11 52	6 36	52.714	2336	2312	46	
3 45 10	2 29	16.697	2846	1844	47	Obus vides; œils fermés avec des chevilles de bois.
3 44 40	2 28 40	16.660	2828	1801	48	
2 44	2 26 40	16.611	2824	1780	49	
5 5	3 8 30	22.614	2274	2290	50	
5 4	3 5 30	22.540	2255	2254	51	
5 4 40	3 7 10	22 589	2273	2277	52	
6 10 20	3 30	17.454	2469	2473	53	
6 8 40	3 31	17.330	2495	2532	54	
6 8 10	3 29 30	17.293	2501	2543	55	
8 48 40	7 6 50	39.172	1241	1246	56	Boulet double : longueur 8 pouces, 13. —
8 51 40	7 12 40	39.394	1246	1251	57	
10 23 30	8 3	46.181	1410	1400	58	
0 24 10	8 4 40	46.230	1409	1399	59	
1 2 20	6 27	49.049	2287	227[illegible]	60	
0 58	6 23 20	48.729	2263	2240	61	

(*) Nombreuses marques de grains de poudre, sur l'écran et la face du k-pendule.

Les projectiles de 6 livres, dont on a fait usage dans ces expériences, étaient des obus sphériques dont l'œil de la fusée était fermé par une cheville en bois.

Les *projectiles doubles* étaient formés de deux boulets de 12 réunis ensemble par un manchon cylindrique. Le poids total était alors 25 livres et la longueur de 8 po. 13. Les boulets étaient exactement mis au calibre.

Le tir d'un de ces projectiles (n° 57) fit un trou circulaire dans la plaque antérieure du bloc-pendule. Les autres, coups avaient des directions plus ou moins obliques.

L'écran, placé entre le canon et le bloc-pendule, fut retiré pendant le tir de ces projectiles.

Expériences faites avec le canon de 22 1/2 calibres de longueur.

(16 juillet 1847.)

Les expériences qu'on se proposait de faire sur le canon de 12, de 25 calibres de longueur, étant terminées, on le coupa de manière à ramener sa longueur d'âme à 104 po. 25 ou 22 1/2 calibres.

Le canon paraissant parfaitement en état de subir de nouvelles épreuves aux fortes charges, on se proposait de diminuer successivement sa longueur de trois calibres à la fois, afin de mieux reconnaître le décroissement successif de la vitesse.

Avant le tir on visita l'âme du canon et on obtint les mesures suivantes.

Dist. au fond de l'âme.	Diam. vertical.	Dist.	Diam.	Dist.	Diam.	Dist	Diam.	Dist.	Diam.
Pouces.	Pouces.	Pou.	Pou.	Pou.	Pou.	Pou.	Pou.	Pou.	Pou.
2.25	4.635	17.25	4.641	24.75	4.631	40.75	4.630	68.75	4.629
3.25	.638	17.75	.640	25.75	.631	41.75	.630	70.75	.628
4.25	.638	18.25	.637	26.75	.630	32.75	.629	72.75	.628
5.25	.638	18.75	.638	28.75	.630	42.75	.629	74.75	.629
6.25	.636	19.25	.638	29.75	.630	44.75	.630	76.75	.630
7.25	.633	19.5	.639	27.75	.630	46.75	.630	78.75	.630
8.25	.640	19.75	.639	30.75	.630	48.75	.630	80.75	.630
9.25	.653	20.	.640	31.75	.630	50.75	.630	82.75	.629
10.25	.655	20.25	.640	32.75	.633	52.75	.630	84.75	.629
11.25	.635	20.25	.642	33.75	.631	54.75	.619	86.75	.629
12.25	.635	20.5	.644	34.75	.630	56.75	.630	88.75	.630
13.25	.633	20.75	.644	35.75	.630	58.75	.630	90.75	.628
14 25	.638	21.25	.648	36.75	.630	60.75	.629	92.75	.628
15.25	.639	22.25	.640	37.75	.630	62.75	.629	94.75	.530
16 25	.635	22.75	.635	38.75	.630	64.75	.629	99.75	.629
16.75	.638	23.75	.630	39.75		66.75	.629	104.25	.630

La comparaison de ces résultats avec ceux qui sont inscrits dans le tableau de la page 20 montre que le diamètre de l'âme a sensiblement augmenté dans la partie occupée par la charge. Mais comme partout ailleurs il n'a pas changé, le vent a été calculé d'après le diamètre de 4 po. 63.

L'établissement horizontal de l'âme du canon obligea non-seulement d'ôter les contre-poids de l'un des colliers, mais encore d'ajouter des poids supplémentaires sur l'extrémité antérieure des boulons supérieurs et inférieurs du pendule.

Expériences au pendule balistique avec le

No.	Dates.	POUDRE. Espèce.	Poids.	Poids de la cartouche.	BOULET. Diamètre.	Vent.	Poids.	Poids du pendule et du valet.	LONGUEUR. De la cartouche.	Du charg. complet.	Point du choc.
	1847.		Liv.	Liv.	Pou.	Pou.	Liv.	Liv.	Pou.	Pou.	Pou.
1	Juill. 19	A.	2	2.025	4.51	0.12	12.30	12.346	5.	9.2	195.
2	«	«	«	«	«	«	.36	.406	5.	9.2	195.85
3	«	«	«	«	«	«	.29	.336	5.	9.2	195.38
4	«	«	3	3.032	«	«	.32	.366	6.8	11.	194.
5	«	«	«	«	«	«	.23	.276	6.75	10.95	194.5
6	«	«	«	«	«	«	.37	.416	6.7	10.9	194.75
7	«	«	4	4.04	«	«	.30	.356	8.5	12.7	194.35
8	«	«	«	«	«	«	.33	.376	8.5	12.7	194.
9	«	«	«	«	«	«	.34	.386	8.4	12.6	194.15
10	«	«	5	5.045	«	«	.24	.286	10.15	14.4	194.37
11	«	«	«	«	«	«	.33	.376	10.25	14.45	194.55
12	«	«	«	«	«	«	.36	.406	10.15	14.3	194.
13	«	«	«	«	«	«	.28	.326	10.5	14.50	194.10
14	«	«	6	6.05	«	«	.25	.296	12.	16.35	194.35
15	«	«	«	«	«	«	.38	.426	12.	16.4	194.75
16	«	«	«	«	«	«	.27	.316	12.2	16.3	194.
17	«	«	«	«	«	«	.30	.346	12.5	16.6	194.6

Canon de 12 (longueur d'âme 22 1/2 calibres).

OSCILLATIONS.		Moment du canon pendule.	VITESSE DU BOULET.		No.	OBSERVATIONS.
Canon-pendule.	Bloc-pendule.		Par le recul du canon.	Par le recul du bloc-pendule.		
° ′ ″	° ′ ″		Pieds.	Pieds.		
4 55	3 49 40	22.152	1351	1347	1	
4 58 40	3 52 40	22.427	1365	1359	2	
4 55 30	3 48 40	22.190	1355	1346	3	
6 24 50	4 36 40	28.891	1656	1628	4	
6 26 30	4 41	29.017	1660	1681	5	
6 27 20	4 40 50	29.079	1663	1640	6	
7 45 40	5 18 50	34.911	1897	1875	7	
7 43 20	5 15	34.777	1884	1852	8	
7 47 30	5 21	35.089	1903	1881	9	
8 57	6 48	[illegible]	[illegible]	[illegible]	10	
8 53 30	5 44 20	40.[illegible]	[illegible]	2016	11	
8 28 20	5 28	38.148	1933	1924	12	Marques de poudre non brûlée sur l'écran et sur la face antérieure du bloc-pendule.
8 40 30	5 33	39.060	2002	1965	10	
9 54 40	6 4 20	44.612	2190	2151	14	
9 49 50	5 43 50	42.005	2040	2005	15	Id., id., id.
9 44	5 58	43.814	2138	2115	16	
9 44	5 58 50	43.814	2133	2108	17	

Données relatives au pendule.

Parties.	Poids.	Centre de gravité.	Moment.
	Livres.	Pouces.	
Appareil de suspension du canon.	2,811.	112.8	317,080.8
Canon 22 1/2 calibres.........	8,675.	195.	1,735.792.5
Contre-poids en plomb........	226.5		
Poids supplémentaire sur le boulon supérieur...........	154.5	173.	26,728.5
Poids supplémentaire sur le boulon inférieur............	607.	215.	130,485.
p' g'	12,474.	177.18	2,210,086.8
Centre d'oscillation o'	....	194.61	

$$\text{Log}\,\frac{2\,p'\,g'\,\sqrt{G\,o'}}{12\,i'} = 5.71303$$

3° *Expériences faites avec le canon de 19 calibres de longueur.*

(23 juillet 1847.)

Le canon de 12 fut diminué de manière à ramener sa longueur d'âme à 88 pouces ou 19 calibres.

Données relatives au canon-pendule.

Parties.	Poids.	Centre de gravité.	Moment.
	Livres.	Pouces.	
Appareil de suspension du canon..........	2,811	112.8	317,080.8
Canon de 19 calibres...	8,171	195.	1,750,125.
Contre-poids.........	804		
Poids supplémentaires.	607	215.	130,485.
p' g'..........	12,393	177.33	2,197,690,8

Le canon fut suspendu par le collier moyen, ce qui nécessita l'emploi d'un contre-poids plus lourd qu'auparavant.

La distance de l'axe au centre d'oscillation fut déterminée par l'observation du temps employé par le pendule pour faire 500 oscillations. Elle n'était pas rigoureusement exacte, mais il ne fut plus possible de la déterminer de nouveau après le tir comme je me proposais de le faire.

$$\text{Log}\,\frac{2\,p'\,g'\,\sqrt{G\,o'}}{12\,i'} = 5.71120$$

Mesure de l'âme du canon de 12.

Dist. au fond de l'âme.	Diam. vertical	Dist.	Diam.	Dist.	Diam.	Dist.	Diam.	Dist.	Diam.
Pouces.	Pouces.	Pou.	Pou.	Pou.	Pou.	Pou.	Pou.	Pou.	Pou.
1.75	4.630	16.75	4.638	22.	4.643	34.75	4.630	53.75	4.630
2.75	.638	17.25	.641	22.25	.640	35.75	.629	55.75	.630
3.75	.638	17.75	.638	22.5	.633	36.75	.629	57.75	.630
4.75	638	18.25	.634	22.75	.633	37.75	.630	59.75	.630
5 75	.638	18.75	.637	23.75	.631	38.75	.630	61.75	.630
6.75	.638	19.25	.637	24.75	.631	39.75	.630	63.75	.630
7.75	.636	19.75	.639	25.75	.631	40.75	.629	65.75	.628
8.75	.635	20.	.640	26.75	.630	41.75	.629	67.75	.628
9.75	.635	20.25	.641	27.75	.629	42.75	.630	69.75	.628
16.75	.037	20.5	.642	28.75	.630	43.75	.630	71.75	.628
11.75	.641	20.75	.644	29.75	.630	44.75	.630	73.75	.628
12.75	.638	21.	.646	30.75	.630	45.75	.628	75.75	.628
13.75	.638	21.25	.648	31.75	.630	47.75	.629	77.75	.629
14.75	.638	21.5	.648	32.75	.632	49.75	.630	82.75	.630
15.75	.635	21.75	.647	33.75	.631	51.75	.630	88.	.630

Ce tableau montre que le diamètre de l'âme n'augmenta pas par le tir.

Expériences au pendule balistique avec le…

No.	Dates.	POUDRE.		Poids de la cartouche.	BOULET.			Poids du boulet et du valet.	LONGUEUR.		Point du choc.
		Espèce.	Poids.		Diamètre.	Vent.	Poids.		De la cartouche.	Du charg. complet.	
	1817.		Liv.	Liv.	Pou.	Pou.	Liv.	Liv.	Pou.	Pou.	Pou.
1	Juil. 30	A.	2	2.023	4.51	0.12	12.32	12.366	4.55	8.7	196.
2	«	«	«	«	«	«	.32	.366	4.6	8.8	195.85
3	«	«	«	«	«	«	.30	.346	4.6	8.9	195.15
4	«	«	3	3.034	«	«	.33	.376	6.3	10.55	194.75
5	«	«	«	«	«	«	.35	.396	6.55	10.9	195.1
6	«	«	«	«	«	«	.35	.396	6.55	10.7	195.3
7	«	«	4	4.043	«	«	.24	.286	8.1	12.3	194.9
8	«	«	«	«	«	«	.37	.416	8.3	12.5	194.9
9	«	«	«	«	«	«	.34	.386	8.1	12.4	195.4
10	«	«	5	5.048	«	«	.36	.406	9.9	14.2	195.1
11	«	«	«	«	«	«	.38	.426	10.3	14.4	195.6
12	«	«	«	«	«	«	.31	.356	10.2	14.3	195.5
13	«	«	6	6.053	«	«	.20	.246	12.2	16.3	196.1
14	«	«	«	«	«	«	.36	.406	12.	16.1	195.
15	«	«	«	«	«	«	.27	.316	12.1	16.2	194.

canon de 12 (longueur 19 calibres).

OSCILLATION.		Moment du canon pendule.	VITESSE DU BOULET.		No.	OBSERVATIONS.
Canon pendule.	Bloc pendule.		Par le recul du canon.	Par le recul du bloc-pendule.		
° ′ ″	° ′ ″		Pieds.	Pieds.		
4 48	3 41 20	21.536	1305	1289	1	
4 54 20	3 49 40	22.009	1339	1339	2	
4 56 20	3 48	22.158	1352	1336	3	
6 24 30	4 36 10	28.745	1645	1617	4	
6 21 50	4 33 30	28.546	1628	1591	5	
6 21 50	4 33 40	28.546	1628	1596	6	
7 39	5 9 10	34.307	1864	1827	7	
7 39 30	5 10 10	34.344	1850	1809	8	
7 39 10	5 10	34.320	1852	1808	9	
8 48 20	5 36 40	39.480	2018	1963	10	
8 48 40	5 39 30	39.505	2024	1971	11	
8 48 10	5 37 30	39.467	2024	1972	12	
9 38 40	5 48 20	43 233	2111	2062	13	
9 44 50	5 52 40	43.692	2117	2058	14	
....	5 22	....	......	1902	15	Le canon a éclaté.

Le canon en bronze dont, j'ai fait usage, est du calibre de 12 et de l'artillerie de campagne. Il portait les indications suivantes N. P. Ames, n° 1, 1841, poids 1770 livres. La longueur d'âme était de 74 pouces ou 16 calibres.

On employa pour suspendre le canon et augmenter le poids du système deux lourds demi-manchons de fonte, qu'on ajusta sur les tourillons et le corps de la bouche à feu comme on le voit Pl. 2.

Données relatives au canon-pendule monté avec le canon de campagne, en bronze, de 12.

Parties.		Poids.	Centre de gravité.	Moment.
		Livres.	Pouces.	
Appareil de suspension du canon.		2.790.	112.64	313.578
Canon.....		1.770.	195.	880.035
Dimension du manchon	Droite.	1.368.5		
	gauche.	1.374.5		
Poids supplémentaires.........		1.136.	215.	244.240
$p' g'$		8.439.	170.38	1.437.853

Le centre d'oscillation dn pendule était à 193 po 22 de l'axe.

$$\text{Log}\,\frac{2\,p'\,g'\,\sqrt{G\,o'}}{12\,i'} = 5{,}52577$$

Dans le calcul de la vitesse du boulet d'après le recul du canon-pendule, je me suis encore servi du nombre constant N = 1600 pieds. Mais on verra qu'avec ces canons courts il donne une vitesse trop grande, excepté avec les faibles charges.

On visita l'âme du canon avant et pendant la durée des expériences. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant.

Expériences au pendule avec le canon

No.	Dates.	POUDRE.		Poids de la cartouche.	BOULET.			Poids du pendule et du valet.	LONGUEUR.		Point du choc.
		Espèce.	Poids.		Diamètre.	Vent.	Poids.		De la cartouche.	Du charg. complet.	
	1848.		Liv.	Liv.	Pou.	Pou.	Liv.	Liv.	Pou.	Pou.	Pou.
1	Oct. 11	A.	2	2.02	4.332	0.31	12.3	12.35	4.	8.	194.55
2	»	»	»	»	»	»	»	»	4.1	8.1	194.2
3	»	»	»	»	»	»	»	»	4.	8.	194.9
4	»	»	»	»	4.432	.21	»	12.348	4.1	7.8	194.7
5	»	»	»	»	»	»	»	»	4.1	8.	195.
6	»	»	»	»	»	»	»	»	4.1	8.1	195.25
7	»	»	»	»	4.532	.11	»	12.346	4.1	8.	195.5
8	»	»	»	»	»	»	»	»	4.1	7.7	193.6
9	»	»	»	»	»	»	»	»	4.1	8.2	194.2
10	Oct. 12	»	3	3.025	4.332	.31	»	»	6.	9.8	194.2
11	»	»	»	»	»	»	»	»	6.	9.75	194.9
12	»	»	»	»	»	»	»	»	6.1	9.8	194.55
13	»	»	»	»	4.432	.21	»	»	5.75	9.9	195.
14	»	»	»	»	»	»	»	»	5.8	9.8	194.5
15	»	»	»	»	»	»	»	»	5.75	9.8	195.25
16	»	»	»	»	4.532	.11	»	»	5.8	9.8	194.7
17	»	»	»	»	»	»	»	»	5.8	9.9	194.8
18	»	»	»	»	»	»	»	»	5.8	10.	192.65
19	»	»	4	4.03	4.332	.31	»	»	7.7	11.	195.[illegible]
20	»	»	»	»	»	»	»	»	7.6	11.25	194.6
21	»	»	»	»	4.432	.21	»	»	7.7	11.3	193.5
22	»	»	»	»	»	»	»	»	7.5	11.5	195.2
23	»	»	»	»	4.532	.11	»	»	7.6	11.7	194.15
24	»	»	»	»	»	»	»	»	7.75	11.7	194.[illegible]

bronze de 12 (longueur d'âme 16 calibres).

OSCILLATIONS.		Moment du canon pendule.	VITESSE DU BOULET.		No.	OBSERVATIONS.
Canon pendule.	Bloc pendule.		Par le recul du canon.	Par le recul du bloc-pendule.		
° ′ ″	° ′ ″		Pieds.	Pieds.		
3 48 30	3 05	19.925	1101	1087	1	
3 48	3 06	19.901	1100	1095	2	
3 53	3 08 40	20.145	1116	1107	3	
7 17 20	3 29	21.330	1246	1227	4	
7 17	3 29 30	21.314	1245	1230	5	Le projectile frappa 2 po. à gauche du centre.
7 11 20	3 26	21.079	1229	1219	6	
7 38 30	3 48	22.360	1372	1347	7	1 po. 3 à droite.
7 48 10	3 55	22.831	1406	1254	8	— Projectile accidentellement refoulé sur la charge.
7 37	3 46 30	22.287	1367	1334	9	
3 56	3 47	26.133	1360	1334	10	
3 55	3 47 30	26.085	1357	1333	11	
3 56	3 47 50	26 133	1360	1339	12	
1 26 30	4 12 30	27.617	1515	1488	13	
1 29	4 15 10	27.738	1523	1502	14	
1 25	4 11 30	27.544	1511	1475	15	
1 53 40	4 35 40	28.938	1669	1619	16	
1 50 30	4 35	28.784	1658	1614	17	
1 50 20	4 30	28.776	1657	1602	18	
1 56 40	4 19	32.000	1581	1529	19	
1 57 10	4 23	32.024	1583	1545	20	
26 40	4 49 30	32.437	1739	1695	21	
25 30	4 47 20	33.400	1735	1683	22	
46	5 07	34.396	1870	1808	23	
47	5 07 20	34.445	1874	1806	24	

Expériences au pendule avec le can…

No.	Dates.	Poudre.		Poids de la cartouche.	Boulet.			Poids du pendule et du valet.	Longueur.		[illegible]
		Espèces.	Poids.		Diamètre.	Vent.	Poids.		De la cartouche.	Du charg. complet.	
	1848.		Liv.	Liv.	Pou.	Pou.	Liv.	Liv.	Pou.	Pou.	[illegible]
1	Oct. 16	A	3	3.034	4.52	0.13	12.45	12.466	6.	10.	[illegible]
2	»	»	»	»	»	»	.34	.386	5.8	9.8	[illegible]
3	»	»	»	»	»	»	.30	.346	6.	10.	[illegible]
4	»	B	»	3.037	»		.41	.436	6.1	10.1	[illegible]
5	»	»	»	»	»	»	.34	.386	6.1	9.9	[illegible]
6	»	»	»	»	»	»	.44	.486	6.1	10.1	[illegible]
7	»	F,2	»	3.04	»	»	.38	.426	7.	10.9	[illegible]
8	»	»	»	»	»	»	.49	.536	6.9	10.8	[illegible]
9	»	»	»	»	»	»	.32	.366	6.9	10.9	[illegible]
10	»	G,6	»	3.033	»	»	.42	.466	5.3	9.45	[illegible]
11	»	»	»	»	»	»	.43	.476	5.2	9.5	[illegible]
12	»	»	»	»		»	.42	.466	5.3	9.3	[illegible]
13	»	H	»	3.037	»	»	.45	.496	6.25	10.25	[illegible]
14	»	»	»	»	»	»	.35	.396	6.23	10.25	[illegible]
15	»	»	»	»	»	»	.40	.446	6.3	10.3	[illegible]
16	Oct. 21	A	2.5	2.53	»	»	.37	.416	5.	9.2	[illegible]
17	»	»	»	»	»	»	.37	.416	5.	9.	[illegible]
18	»	»	»	»	»	»	.29	.336	5.	8.8	[illegible]
19	»	»	»		»	»	.37	.75	5.	9.8	[illegible]
20	»	»	»		»	»	.38	.76	5.	9.9	[illegible]
21	»	»	»		»	»	.30	.46	5.	9.75	[illegible]
22	»	»	2	2.032	4.5	0.15	6.22	6.266	4.25	8.35	[illegible]
23	»	»	»	»	»	»	.12	.166	4.2	8.3	[illegible]
24	»	»	»	»	»	»	.15	.196	4.25	8.25	[illegible]
25	»	»	3	3.037	»	»	.11	.156	6.	10.25	[illegible]
26	»	»	»	»	»	»	.13	.176	6.1	10.2	[illegible]
27	»	»	»	»	»	»	.12	.166	6.	10.2	[illegible]

…n bronze de 12 (longueur d'âme 16 calibres).

OSCILLATIONS.		Moment du canon pendule.	VITESSE DU BOULET.		No.	OBSERVATIONS.
Canon pendule.	Bloc pendule.		Par le recul	Par le recul du bloc-pendule.		
° ′ ″	° ′ ″		Pieds.	Pieds.		
9 42	4 25	28.371	1599	1540	1	
9 44 20	4 24 40	28.484	1620	1556	2	
9 44 20	4 25	28.484	1629	1550	3	
9 29	4 16 40	27.738	1560	1495	4	
9 30 20	4 18 30	27.804	1573	1519	5	
9 32	4 18 10	27.884	1567	1510	6	
9 15	4 07 30	27.058	1517	1453	7	Point du choc, 1 po. 35 à droite.
8 55	4	26.084	1439	1394	8	
9 00 20	3 59 30	26.344	1475	1412	9	
9 58	4 37 30	29.149	1655	1617	10	
9 58	4 36	29.149	1654	1608	11	
9 56 40	4 38 40	29.084	1651	1621	12	
9 34	4 17 40	27.982	1573	1500	13	
9 32 20	4 18 20	27.900	1578	1520	14	
9 33 30	4 21	27.958	1576	1518	15	
8 35 20	4	25.128	1467	1413	16	Valet. (16–18)
8 41 30	4 06 20	25.427	1487	1440	17	
8 44	4 06 30	25.549	1510	1454	18	
7 47	4	25.695	1467	1411	19	15.31 liv. Boulets fixés à la charge. (19–21)
8 49	4 04 40	25.792	1473	1428	20	15.35 »
8 49 30	4 04	25.817	1485	1439	21	15.23 »
5 37 20	2 23 30	16.457	1720	1661	22	1 po. 1 à droite.
5 37 10	2 22 10	16.449	1743	1685	23	
	2 22 20			1671	24	L'index du canon pendule s'est déplacé accidentellement.
7 26 40	2 50 30	21.784	2099	2035	25	
7 28 20	2 51	21.866	2103	2031	26	
7 28 40	2 51 30	21.882	2108	2036	27	

L'objet des expériences du 16 octobre, était d'obtenir les données nécessaires pour mesurer la force des diverses poudres, et de pouvoir ainsi comparer les résultats avec ceux qui avaient été obtenus avec les canons des autres calibres.

L'examen de la lumière du canon de 12, montre que l'ouverture intérieure s'était agrandie d'environ 0 po. 5, et que l'ouverture extérieure n'avait pas changé.

(La suite au prochain volume.)

ESSAI

SUR LE MOUVEMENT DES PROJECTILES

DANS LES MILIEUX RÉSISTANTS

PAR M. THIROUX

CHAPITRE CINQUIÈME

Expériences de Hutton sur le tir du boulet de 1 livre. Table déduite immédiatement de ces expériences.
Application des formules résultant des théories de Besout et de Hutton au tir du canon de 24, et à celui des nouvelles bouches à feu de campagne.
Comparaison des résultats donnés par la formule simplifiée, et la formule complète de Besout, avec des expériences faites en Belgique, pour la détermination des vitesses initiales des bombes, à l'aide du pendule électro-balistique de M. Navez.
Equation de la trajectoire en supposant la résistance de l'air proportionnelle à la vitesse : application de cette formule aux mouvements lents.
Inconvénients du tir au pendule, nature des expériences à faire avec le pendule électro-balistique, pour constater l'exactitude, ou la non exactitude, d'une loi donnée de la résistance de l'air.

Nous avons donné dans le 1er cahier les tableaux des

expériences de Hutton sur le tir au pendule des boulets de trois et six anglais, mais la série la plus complète et la plus étendue de ces expériences, est celle relative au tir du boulet d'une livre (avoir du poids).

On sait qu'il est admis, qu'on doit employer le coëfficient de Bezout, pour les calculs qui se rapportent aux expériences de Hutton, conséquemment les valeurs de Λx de la table 5 doivent être multipliées par le coëfficient 0, 86 que nous avons adopté. En agissant ainsi pour le boulet de 1[1], on trouve que la valeur de 0,025 est sensiblement de 60 pieds anglais, et, comme cette distance est précisément égale aux intervalles auxquels le tir a eu lieu, il en résulte qu'on peut faire mettre immédiatement dans les calculs, les résultats des expériences de Hutton.

D'après ces considérations, j'ai pensé être agréable au lecteur en mettant sous ses yeux le tableau des expériences sur le boulet de 1 livre et une table n° 7 qui en est déduite.

Expériences de Hutton, tir du boulet de 1 livre (avoir du poids).

Distance du pendule.		16 onces.			12 onces.			8 onces.			4 onces.			3 onces.			Observations.
pieds		pieds.	m.	Differ	pieds.	m.		pieds.	m.		pieds.	m.		pieds.	m.		
30	0.0	2100	640.		1984	604.7	»	1637	499.		1360	414.5		1203	366.7		Pied anglais 0m,3048. Livre anglaise 0 k. 4534. Once 1/16 livre anglaise.
90	0.025	2005	611.1	29.0	»	»	»	1563	476.4	22.6	1300	396.2	18.3	1151	350.8	15.9	Les boulets pesaient 16 onces 2/3 ou 0 k. 4725.
150	0.050	1914	588.4	27.7	»	»	»	1493	455.4	21.3	1243	378.9	17.3	1102	335.9	14.9	Ils avaient 1 pouce 965 ou 49 mil. 91 de diamètre.
210	0.075	1827	556.9	26.5	»	»	»	1427	434.9	20.2	1189	362.4	16.5	1056	321.9	14.0	Les intervalles de 60 correspondent à 0.025 de la graduation des tables 4 et 6.
270	0.100	1744	531.6	25.3	»	»	»	1365	416.	18.9	1138	346.9	15.5	1013	308.8	13.4	
330	0.125	1666	507.5	24.1	1569	478.2	»	1306	398.4	17.9	1080	332.2	14.7	973	296.6	12.2	
390	0.150	1590	482.6	22.9	1499	456.9	21.2	1250	381.	17.4	1045	318.5	13.7	936	285.3	11.3	

Distance		2 onces.			1 once.			3/4 once.			1/2 once.			3/8 once.			1/4 once.		
30	0.0	900	274.3		662	201.8		557	169.8		450	137.4					302	92.05	
90	0.025	866	264 0	10.3	644	195.4	6.4	543	165.5	4.3	437	133.2	3.9	381	116.4		292	89.	3.05
150	0.050	834	254.2	9.8	622	189.6	5.8	530	161.5	4.0	425	129.5	3.7	370	112.8	3.3	273	86.26	2.74
210	0.075	804	245.1	9.4	606	184.7	4.9	518	157.9	3.6	414	126.2	3.3	360	109.7	3.10			
270	0.100	776	236.5	8.6	590	179.8	4.9												
330	0.115	750	228.6	7.9															
390	0.150	726	221.3	7.3															

Δx	vitesse.	différence	Δx	vitesse.	différence
0.000.0	640m1		0.575	238m8	8.8
0.025 (60)	611.1	29.0	0.600	230.3	8.0
0.050	583.5	27.7	0.625	222.7	7.1
1.075	556.9	26.5	0.650	215.6	6.7
0.100	531.6	25.3	0.675	208.9	6.7
0.125	507.5	24.1	0.700 1680	202.6	6.3
0.150	484.6	22.9	0.75	190.4	12.2
0.175	463.0	21.6	0.80	179.2	11.3
0.200	442.3	20.7	0.85	168.7	10.5
0.225	422.8	19.5	0.90	158.9	9.8
0.250 600	404.2	18.6	1.95	149.8	9.1
0.275	386.6	17.6	1.00	141.3	8.5
0.300	369.8	16.8	1.05	133.3	8.0
0.325	353.8	16.	1.10	125.7	7.6
0.350	338.6	15.2	1.15	118.5	7.2
0.375	324.4	14.2	1.20	111.7	6.8
0.400	310.9	13.5	1.25 3000	105.3	6.40
0.425	298.4	12.5	1.30	99.1	6.20
0.450	286.9	11.5	1.35	93.1	6 00
0.475	276.3	10.6	1.40	87.3	5.80
0.500 1200	266.0	10.8	1.45	81.6	5.7
0.525	256.2	9.8	1.50	76.0	5.6
0.550	247.1	9.1			

OBSERVATIONS.

Les valeurs de Δx sont de 60 pieds anglais, celles 2Δx = 120 pieds.

La table embrasse un espace de 3600 pieds répondant à 1097m 3 pour le boulet de 1 livre (*avoir du poids*) et à 3158m. pour le boulet de 24 français en supposant les intervales conclus d'après les donnés de Hatton.

Nous avons déjà vu que ces intervalles sont trop petits.

Aussi cette table contient-elle les portées à 150 du canon de 24 dans les limites les plus étendues.

Pour faire usage de cette table on agira comme pour les tables numéros 4 et 6, avec cette différence que les valeurs de Δx *données par la table numéro 5 devront être multipliées par* 0.86.

Supposons qu'on veuille trouver la vitesse du boulet de 12 lancé avec la vitesse de 484m.6 à la distence de 1000m on aura 0.150 pour cote de l'origine du mouvement.

D'après ce que nous venons de dire $\frac{1000 \times 0,025}{53,16 \times 0,86} = 0,547$ pour la cote du trajet de 1000m, en sorte que la vitesse cherchée aura pour cote 0.150 + 0,547 = 0,697. Elle sera donc égale à 208,9 — [illegible] × 6,3 = 203m,4 au lieu 1,244 de 208.83 que nous avons trouvé. A 2000m, la cote de la vitesse est de 106m.1.

Pour faire cadrer cette table avec l'expérience nous adopterons le multiplicateur 95 qui donnera 0547 × 0.95 = 05195 et pour vitesse 210m4 et la vitesse à 2000...., 113m2.

Lorsque l'arc de trajectoire dont on s'occupe n'est pas étendu et compris dans les limites du tableau, on pourra avoir recours à ce même tableau, qui présente le résultat direct de l'expérience.

La table n° 7 montre que le décroissement de la vitesse, même dans l'hypotèse de Hutton, est moins rapide que ne l'ont supposé la plupart des auteurs qui ont tenté d'appliquer ses théories : en effet la table 4 donne 100^{m} pour la vitesse restante d'un boulet de 12, lancé à 2000^{m}, avec une vitesse initiale de 484.6, et si l'on emploie le correctif qui est indiqué, on trouve 113^{m} 2 au lieu de 123^{m} que donneraient les tables 4 et 6, chapitre 4.

D'après ces considérations, nous nous bornerons à l'emploi des tables n° 4 et n° 6, qui se rapportent assez bien aux expériences faites à Metz. En effet, si l'on calcule les vitesses restrantes du boulet de 12 animé d'une vitesse initiale de 488^{m}5 on trouve :

DISTANCES DU TIR	TABLES 5 et 6.	TABLES de M. DIDION.
100 mètres.	443^{m} 20	442^{m} 1
200 —	403 00	403 1
400 —	336 60	337 3
800 —	243 4	245 0
1000 —	210 2	212 0
1200 —	188 9	184 0

faisant le calcul comme à l'ordinaire, donnera le rapport des intervalles.

Ainsi, dans l'exemple qui nous occupe, on a :

$$Ax = \frac{22}{19} \times 66.75 = 77^m,29 \text{ pour } 0.025 \text{ et } 2\ Ax = 154.^m58 \text{ pour } 0.05.$$

Il est bien entendu que cette valeur se rapporte à la table 6 seulement.

Pour appliquer cette donnée au tir du canon de 24, supposons qu'on demande l'angle de projection pour la distance de 3300^m.

La cote de l'origine du mouvement est :

$$0.075 + \frac{496.05 - 484}{26.38} 0.025 = 0.0849.$$

La somme des intervalles jusqu'à la cote 0,5 est 0,500 — 0.0849 = 0.4151

La distance correspondante sera :

$$\frac{0.4151}{0.025} + 66.75 = 1108^m$$

Le reste de l'espace à parcourir est 3300 — 1108 = 2192^m et la cote de cette espace sera :

$$\frac{2192 \times 0.05}{154.58} = 0.709$$

La cote de la vitesse réstante est:

$$0.5 + 0.709 = 1.209$$

La vitesse restante sera donc:

$$101 - 5.57 + \frac{0.009}{0.05}$$

Introduisant cette valeur dans la formule

$$tang.\ \alpha = \frac{gx}{2V^2} \frac{\left(\left(\frac{V}{v}\right)^2 - 2\ Log.\left(\frac{V}{v}\right) - 1\right)}{2\left(Log.\ \frac{V}{v}\right)^2}$$

On trouve $\alpha = 15°$ (aide mémoire de 1856 page 625). A 2000^m, on trouverait $v = 178^m5$ et $\alpha = 5°\ 14'\ 00''$ quantité trop faible, il est donc à croire que l'angle de 15° répondant à la portée de 3300^m, exige une vitesse initiale plus grande que 485^m. En faisant concorder les angles de projection à 2000^m on trouverait $\alpha = 15°\ 36'$ environ, pour la distance de 3300^m

Il semblerait que la table n° 6 ne fut d'aucune utilité, attendu que le tir perd toute exactitude, au-delà de 1200 m., et que, conséquemment, les calculs que nous avons faits sont plus curieux qu'utiles, mais il n'en est plus de même, quand il s'agit du tir des obusiers et des nouvelles bouches à feu de campagne, si heureu-

sement introduites dans l'artillerie, par S. M. l'empereur Napoléon III, et la table en question permet de calculer, avec assez d'exactitude, la trajectoire des boulets et obus avec la vitesse réelle dont ils sont animés.

C'est à l'exagération de la résistance de l'air pour les dernières parties de la trajectoire, et à l'application trop exclusive des théories de Hutton, qu'on avait vu s'introduire dans le public militaire, cette opinion que la balle du fusil n'était plus meurtrière à 4 ou 500 m. Les choses en arrivèrent à ce point, que le comité d'artillerie dût faire entreprendre des expériences spéciales sur cet objet. Expériences qui prouvèrent, que, la balle du fusil français était encore très-meurtrière à 600 m., et qu'elle pouvait percer une cible de peuplier de 20 mil. d'épaisseur, ce qui exige une vitesse restante de 80 m. à 100 m. Il serait curieux de constater, à l'aide du pendule électro-balistique, qu'elle est la vitesse restante des balles de fusil à 600 m. On sait, qu'à mesure que les distances s'éloignent, les vitesses restantes diffèrent de moins en moins entre elles; ainsi, on trouve, par les tables de M. Didion, que la vitesse restante d'une balle de fusil animée d'une vitesse initiale de 450 m. est de 67 m. environ, à 600 m., tandis que si la balle avait été chassée avec une vitesse de 500 m. sa vitesse restante serait de 71 m. 2....

Je suis porté à croire que la résistance de l'air décroit

plus rapidement pour les grandes vitesses, que ne le supposent les lois de Hutton, et que, passé un certain terme, elle est beaucoup moins grande que ne le supposent ces mêmes lois, en sorte qu'au-delà certaines limites, un accroissement de charge, même assez notable, ne correspond qu'à une faible augmentation de portée. C'était l'opinion de Robins, qui avait, d'après cette idée, fixé la charge des canons du [illegible] au [illegible] du poids du projectile.

Une des causes qui modifie beaucoup les effets du tir sous de petits angles, ce sont les variations que subit l'inclinaison du projectile, en sortant de l'âme de la pièce.

Le diamètre intérieur d'une arme non rayée, est toujours supérieur au diamètre du projectile, et il y a entre celui-ci et les parois de la pièce un certain jeu appelé vent; le vent qui est indispensable pour faciliter le chargement, présente le double inconvénient de diminuer la force motrice des gaz, de troubler le mouvement du projectile, de permettre à celui-ci de ricocher dans l'arme, et de produire des chocs appelés battements; on conçoit que la direction et l'inclinaison du mobile sont fortement influencés par le dernier battement. De là résulte que le mobile n'est jamais lancé suivant la direction de l'axe, à moins qu'il ne soit forcé, comme dans les carabines. L'angle suivant lequel le mobile est lancé,

s'appelle angle de départ, et varie à chaque coup, dans certaines limites.

Dans les bouches à feu, le mobile reposant sur la paroi inférieure, en vertu de son poids, l'action s'exerce principalement dans le plan vertical de tir, si le dernier choc a lieu sur la paroi inférieure, le mobile se relève, si le contraire a lieu, il s'abaisse. Il y a aussi des écarts latéraux, mais ils sont moins nombreux que les précédents, nous nous en occuperons plus tard, pour le moment, il ne sera question que des relèvements et des abaissements.

Lombard, par suite de la méthode qu'il a adoptée pour calculer les vitesses initiales, est le premier qui ait déterminé, avec une certaine précision, les relèvements et abaissements des projectiles.

Sans doute, les relèvements et abaissements varient à tout moment; mais quand on agit sur un grand nombre de coups tirés, les résultats tendent à se régulariser, et on obtient pour l'angle d'abaissement ou d'élévation, une moyenne constante, qui ne s'écarte pas trop de la vérité.

Si l'on appelle $\alpha, \alpha' \alpha'' \alpha'''$... les angles de projection, déterminés par l'élévation de l'axe de la pièce, δ l'angle de relèvement ou d'abaissement moyen, si l'on trouve pour la valeur des angles calculés $\alpha \pm \delta$, $\alpha' \pm \delta$, $\alpha'' \pm \delta$, etc. Il est probable que δ sera l'angle moyen de relèvement

ou d'abaissement. Si les valeurs de δ ne sont pas égales entre elles, on prendra une moyenne entre leurs valeurs diverses, ou plutôt celle qui correspond au tir le plus régulier, et à une distance assez rapprochée, pour que le pointage présente une certitude suffisante.

On conçoit d'ailleurs, qu'à mesure que l'angle de projection augmente, la valeur de δ, qui est assez petite, devient de moins en moins importante, et que la différence se trouve à peu près négligeable, pour des portées considérables.

Si nous prenons pour exemple, le tir du canon obusier 12 léger, tirant à la charge de 1 k., et imprimant au mobile une vitesse initiale de 394 m. (*Aide mémoire* de 1856), nous trouvons en comparant les résultats de l'expérience et du calcul.

Distances (mètres)	600	800	1000	1200 m.
(1) Hausse, millimètres	11	34	61	90
Inclinaisons corresp.	1°20'39"	2° 6' 0"	2°58'7"	2°50'37"
Inclinaisons calculées.	1°33'18"	2°19'25"	3°10'52"	4° 8' 1"
Angle de relèvement probable.	12'41"	12'41"	12'11"	12'41"
Différence d'inclinaison Déduction faite de l'angle de relèvement.	0° 0' 0"	+ 0° 0'44"	+ 0° 0' 4"	4'43"
Différence des hausses.	0	mil. 0 3	mil. 0 1	mil. 2 4

(1) *Aide Mémoire* de 1856, page 509.

Aux diverses causes de variations que nous avons indiquées ci-dessus, viennent se joindre celles que subissent les vitesses initiales par l'effet de la qualité des poudres, de l'état dans lequel elles se trouvent, et du degré d'humidité ou de sécheresse de l'air. Il peut arriver que, pour une distance, la vitesse initiale moyenne ne soit pas la même que pour une autre distance. Et, il y a, pour une série d'expériences, une vitesse initiale moyenne, qui peut être différente de celle accusée par le pendule balistique.

Si nous prenons le tir à obus à la charge de 1 k., nous avons trouvé par quelques essais, que la vitesse initiale moyenne des projectiles était de 457^m, et que la quantité Ax de la table n° 5, devait être portée à 10^c,75, ce qui doit être attribué aux perfectionnements qu'on apporte maintenant, à la fabrication des obus de 12 cent.

Comme le canon obusier léger et le canon obusier tirent à la même charge, les vitesses initiales imprimées aux obus sont les mêmes dans les deux bouches à feu, en sorte que les deux trajectoires doivent être identiques.

Le tableau suivant présente les résultats de l'expérience et du calcul.

Distances.	600	800	1080	1200 m.
CANON OBUSIER LÉGER.				
ausses en mille.	11	35	62	92
clinaisons corresp.	1°19'	2°4'	2°56'15"	3°53'26"
ngle de tir calculée.	1°19'42"	2°3'13"	2°54'42"	3°59' 9"
fférences d'inclinais.	+ 42"	— 47"	— 1'33"	+ 5'43"
	mil.	mil.	mil.	mil.
ifférence des hausses.	+0 4	— 04	— 0 8	+3.5
CANON OBUSIER.				
ausses en mille.	11	36	68	93
clinaisons corresp.	1°15'52"	2° 1' 4"	2°54'	3°54'23"
ngle de relèvement supposé.	2'44"	2'44"	2'44"	2'44"
ngle de tir supposé.	1°18'36"	2° 4'24"	2°56'44"	3°57' 7"
ifférence d'inclinaison entre les deux bouches à feu.	+ 24"	— 24"	— 29"	— 3'44"

Concordance aussi parfaite que possible, et qui nous raît légitimer complètement l'emploi de la table 6.

Quant au tir à ricochet il se rapporte assez bien à formule :

$$tang\ \alpha = \frac{y}{x} + \frac{gx}{2V^2} \cdot \frac{\left(\frac{V^2}{v^2} - 2\ Log.\ \frac{V}{v} - 1.\right)}{2\left(Log.\ \frac{V}{v}\right)^2}$$

pposons qu'il s'agisse d'un obusier de 22 cent. tirant 500^m, sur un point élevé de 10^m ; et dans lequel l'obus

est animé d'une vitesse de 159^m par seconde, on trouve avec la table 6 et la formule ci-dessus $\alpha = 9° 11'$ au lieu de 9° 26', que donnent les tables de M. Didion.

Occupons-nous maintenant du tir sous de grands angles de projection. On trouve dans la *Revue technologique* de M. le lieutenant-colonel d'artillerie de Lobel, directeur de l'Ecole de pyrotechnie de Belgique, tome Ier 1854, 1re partie, page 177, le tableau des vitesses initiales des bombes de 29 centimètres, 20 centimètres, et 13 centimètres, en usage dans l'armée belge. L'angle de tir de ces bombes était de 45°; c'est la première fois que l'artillerie a eu un tableau des vitesses initiales des bombes, tirées à 45°, et répondant à des porteés connues, obtenues autrement que par le calcul.

Les expériences ont été faites en 1852-1853 au polygone de Brassechaet en Belgique, à l'aide du pendule électro balistique de M. le capitaine d'artillerie belge Navez, dont l'appareil me paraît destiné, à rendre à l'artillerie, autant de services que le pendule imaginé autrefois par Robins (2).

Les moyennes ont été prises sur 5 coups pour le mortier de 29 centimètres et sur 7 pour les autres. Les vitesses obtenues par l'expérience ont été ensuite régularisées, à l'aide d'une courbe d'erreurs.

(1) Nous nous occuperons bientôt de ce sujet important.

Les portées étant données en pas, nous les avons réduites en mètres, admettant que 100 pas valent 68 mètres (de Lobel).

Nous avons cru devoir appliquer aux expériences dont il vient d'être question, la formule approximative, et, pour éviter toute espèce de détermination de coëfficient, nous avons posé $Knb = A$, et comme $\alpha = 45°$, la formule ci-dessus devient $V^2 = gx(1 + Ax)$, d'où l'on tire : $A = \frac{V^2}{gx} - 1$ et alors l'équation de la trajectoire des bombes devient :

$$y = x \text{ tang. } \alpha - \frac{gx^2}{V^2}\left(1 + Ax\right)$$

Nous avons pris pour point de départ, la portée la plus considérable, parce que l'action de la résistance de l'air est mieux accusée. Une autre considération nous a guidé dans ce choix, c'est que la résistance du fil métallique conducteur, que doit couper la bombe, a d'autant moins d'influence sur les résultats accusés par le pendule électrobalistique, que la vitesse du mobile est plus grande.

On voit, par le tableau ci-joint, que, pour les petites portées, presque toujours, les vitesses déterminées par l'expérience, sont moindres que celles qui résulteraient du mouvement dans le vide, ce qui est tout à fait impossible.

La cause de ces anomalies doit être attribuée à la

résistance du fil conducteur; il faut que cette cause soit assez énergique, puisque son influence a été telle sur les bombes de 29 cent., qui pesaient 59 k. 50, que leur vitesse initiale, en a été diminuée de plus de 1 m.

Si la vitesse a été modifiée, l'angle de projection a dû l'être aussi, telle est du moins, mon opinion à cet égard.

Ayant fait moi-même, il y a fort longtemps, des essais sur la trajectoire des balles de carabines, j'ai cru remarquer, que la résistance des écrans en papier, sur lesquels je tirais, changeait la nature de la courbe décrite.

Il est à craindre que la résistance des réseaux en ficelle, à l'aide desquels on a déterminé les ordonnées de la trajectoire du boulet de 16, dans les expériences de Metz, n'aient un peu altéré la forme de la courbe, et n'en ait rendues toutes les ordonnées trop courtes, excepté la première. En sorte que, si l'on avait l'équation réelle de la trajectoire, il faudrait, augmenter l'angle de projection et diminuer la vitesse, pour faire coïncider la trajectoire calculée et celle observée.

Il n'entre pas plus dans ma pensée, de déprécier les expériences dont il vient d'être question, que de déprécier le pendule électro-balistique. Quelque modifiée que soit la trajectoire, par la résistance des filets en corde, elle est évidemment bien plus exacte, que celle qu'on

aurait obtenue par la théorie des points d'impacts, ou par tout autre moyen quelconque.

Après avoir calculé les vitesses initiales à l'aide de la formule approximative, nous avons déterminé ces mêmes vitesses en nous servant de la formule de Besout :

$$V^2 = \frac{g}{nb}\left(e^{2nbx} \quad 2nbx - 1\right)$$

Et cela, en modifiant convenablement la valeur de n, et la déterminant dans l'hypothèse que le diamètre des bombes de 29 était de 287 mil. 7, celui des obus de 20c, 187 mil. 3, celui des obus de 13c, 123 mil. 6,

Nous avons également appliqué les tables balistiques de M. le colonel Didion pour la bombe de 29 cent, afin de mettre le lecteur, à même de comparer les résultats des diverses théories.

La formule qui nous a servi à calculer les valeurs de n est : $n = \frac{0.86 \times 0.25 \pi \delta r^2}{P} = \frac{0.215 \pi \delta r^2}{P}$ dans laquelle $\delta = \frac{1000k}{850}$ pour la bombe de 29 cent. ayant 0m2877 de diamètre et pesant 59 kil. 5, on a $n = 0.0001763$ ou plus exactement $\log n = \bar{4}.44047$.

TIR DES MORTIERS A 45° (BELGIQUE).

Bouches à feu.	charges en kil.	Projectiles. espèc s.	Projectiles. poids.	Portées. en pas.	Portées. en metres.	Vitesse initiales brutes. (a)	Vitesse initiales rctif. (6)	Vitesses calcul. d'après la formule simplifiée.	Vitesses calcul. d'après la formule de Besout.	Vitesses calcul. d'après des tables de Didion.	Vitesses dans le vide.	OBSERVATIONS.
mortier de 29 cent.	0.120	Bombes.	59.50	100	68	24.98	24.98	26.07	»	»	25.83	Il est présumable que toutes ces vitesses initiales ont été altérées par la résistance du fil métallique conducteur, et quelles sont toutes un peu trop faibles. Mais il est à remarquer que la vitesse et l'angle de projection ayant été modifiée, les portées observées sont peut être un peu trop courtes.
	0.340		»	300	204	43.73	43.40	46.04	45.59	45.74	44.73	
	0.550		»	500	340	56.63	59.60	60.46	59.86	59.13	57.75	
	0.830		»	800	544	84.22	82.00	79.38	77.53	77.25	73.05	
	1.160		»	1200	816	100.30	103.40	99.27	97.90	97.51	89.47	
	1.430		»	1600	1088	119.48	120.00	118.20	116.64	116.50	103.31	
	1.700		»	2008	1360	140.50	136.60	136.00	134.25	134.88	115.51	
	2.650		»	3000	2040	177.67	177.67	177.67	179.77	186.40	141.47	
id. de 20 cent.	0.060	Obus.	49.5	100	68	24.52	22.52	25.20	»	»	25.83	
	0.430		»	300	204	44.08	43.08	46.64	»	»	44.73	
	0.190		»	500	340	62.50	61.50	61.82	»	»	57.75	
	0.270		»	800	544	85.62	84.62	81.42	»	»	73.05	
	0.340		»	1200	816	102.54	102.54	103.87	»	»	89.47	
	0.430		»	1600	1088	125.08	125 08	125 08	»	»	103.31	
id. 13 cent.	0.087	Obus.	5.07	100	68	29.62	29.62	26.69	»	»	25.83	
	0.069		»	300	204	53.90	53.90	48.01	»	»	44.77	
	0.083		»	500	340	70.84	70.84	66.93	»	»	57.75	
	0.098		»	800	544	90.94	90.93	90.93	»	»	73.05	

Nous avons, vu au chapitre IV, à propos du boulet de 12, que le décroissement de la vitesse, en supposant la résistance de l'air proportionnelle au carré de cette même vitesse, était trop rapide. Le même inconvénient se fait remarquer dans le tir des bombes.

Si l'on jette un coup-d'œil sur le tableau relatif au tir du boulet de 3, 1er cahier, chapitre III, dernière colonne. On a :

vitesses en pieds anglais.

680 pi.	dif. 11 pi.		680 pieds (207 m. 26.)
669			670
659		10 pi.	660
649			650
640	dif. 9 pi.		640

On voit qu'en ajoutant la différence moyenne 10 pi. à la vitesse initiale, l'on obtient des vitesses restantes très-rapprochées des vitesses observées, et beaucoup plus rapprochées de l'expérience que celles qu'on obtiendrait par toutes les théories connues. En sorte que pour un trajet de 200 pi. anglais, environ 61 m., le mouvement du boulet de 3, animé d'une vitesse de 207 m. 3, est représenté plus exactement, en supposant la résistance de l'air proportionnelle à la vitesse, que dans toute autre hypothèse adoptée.

La même observation s'applique aux trois dernières colonnes du tableau du tir du boulet de 1.

Si nous prenons les vitesses, calculées d'après les inclinaisons dans le tir du boulet de 12, depuis la vitesse de 130 m. jusqu'à celle de 91 m., et que nous posions $mx = 11$, valeur moyenne, nous aurons 130 m. pour 130 m.; 119 pour 118; 108 pour 108; 97 pour 97, 86 pour 91 m.; or, nous avons trouvé au chapitre IV, $mx = V - v$. Dans l'hypothèse de la résistance de l'air proportionnelle à la vitesse, de 130 à 119, mx

$130 - 119 = 11$ pour un trajet de $x = 200$ m.

Pour le 2e intervalle, $x = 400$ m.

Et l'on a $2\,mx = 130 - 108 = 22$ d'où $mx = 11$.

Pour le 3e intervalle $x = 600$ m., on a $3\,mx = 130 - 97 = 33$, ou $mx = 11$.

En sorte que la valeur moyenne de m est $\frac{11}{200} =$ 0,055 m.

Ainsi donc pour un trajet de 600 m. pour le boulet de 12, et une variation de 130 m. à 97 m., il n'y a qu'une différence de 1 m. dans les vitesses, et si l'on étend le mouvement jusqu'à 800 m., on tombe sur une vitesse très-peu différente de celle calculée d'après Besout, et beaucoup plus rapprochée de la vérité, que celle qu'on déduirait des lois de Lombard et de d'Obeinheim, pour les faibles vitesses.

On voit, parce qui précède, qu'une trajectoire dans laquelle la vitesse ne varierait que de 130 m. à 97 m. et même un peu au delà, pourrait être considérée, comme

étant décrite dans l'hypothèse de la résistance de l'air proportionnelle à la vitesse.

A l'incertitude où nous sommes des véritables lois de la résistance de l'air, vient se joindre l'insuffisance de nos méthodes de calcul. On sait qu'on arrive forcément à des expressions inintégrables, du moment, où l'on suppose la résistance de l'air proportionnelle à une puissance supérieure à la première puissance de la vitesse, et, que les hypothèses qu'on est obligé de faire, dénaturent la forme de la courbe qu'on obtient ; en sorte, qu'en supposant même, que la loi cherchée finisse par être trouvée, si toutefois la chose est possible, ce dont je doute fort ; à moins d'une révolution dans les méthodes de calcul, nous n'en serons pas beaucoup plus avancés pour la détermination exacte de la trajectoire. Les approximations étant, au dire d'un savant très-distingué, véritablement la boîte au noir, pour la détermination de la véritable nature des trajectoires des projectiles dans l'air. (C'était ce que disait en riant, feu M. Lacroix.)

On trouve, dans le 4e volume du *Cours de Besout pour le corps de la marine*, le calcul de la trajectoire dans l'hypothèse de la résistance proportionnelle à la vitesse. L'idée du calcul de cette trajectoire appartient à Bernouilli, qui en avait conclu que la trajectoire dans l'air était une sorte de logarithmique.

En conservant les mêmes dénominations qu'au cha-

pitre IV, appelant m le coëfficient de la résistance de l'air, les équations du mouvement deviennent :

$$d.\left(\frac{dx}{dt}\right) = -mv\frac{dx}{ds}\ dt \quad (1)$$

$$d.\left(\frac{dy}{dt}\right) = -m\ v\ \frac{dy}{ds}\ dt - gdt \quad (2)$$

et à cause de $v = \frac{ds}{dt}$:

$$d.\left(\frac{dx}{dt}\right) = -\ mdx \quad (3)$$

$$d.\left(\frac{dy}{dt}\right) = -\ mdy - gdt \quad (4)$$

Intégrant on obtient :

$$\frac{dx}{dt} + mx = \text{C} \ (5) \quad \frac{dx}{dt} + my + gt = \text{C}' \ (6)$$

à l'origine $x = 0$, $y = 0$, $t = 0$, on a par conséquent $\text{C} = \text{V} \cos \alpha$, $\text{C}' = \text{V} \sin \alpha$.

On aura donc :

$$dx + mx\,dt = \text{C}\ dt,\ dy + my\,dt + gt\,dt = \text{C}'\ dt.$$

Pour intégrer de nouveau ces équations il faut les multiplier par le facteur e^{mt} et l'on aura :

$$x e^{mt} = \frac{C}{m} e^{mt} + C''(7),\ y e^{mt} + e^{mt}\left(\frac{gt}{m} - \frac{g}{m^2}\right) = \frac{C' e^{mt}}{m} + C'''(8).$$

Pour déterminer les constantes C'' C''' on observera qu'à l'origine x, y, t sont nuls simultanément, on aura donc $C'' = \frac{C}{m}, C''' = -\frac{C'}{m} - \frac{g}{m^2}$

Ensorte que les équations de mouvement deviennent :

$$x = \frac{C}{m} - \frac{C e^{-mt}}{m}(9),\ y = -\left(\frac{C'}{m} + \frac{g}{m^2}\right) e^{-mt} + \frac{C'}{m} + \frac{g}{m^2} - \frac{gt}{m}(10).$$

Equations toutes séparées, à l'aide desquelles il sera facile de construire la courbe, ici s'arrète le travail de notre auteur.

Pour mettre plus en évidence, la nature et les propriétés de cette courbe, prenons l'équation

$$x = \frac{C}{m}\left(1 - e^{-mt}\right)(II) \text{ qui donne } e^{-mt} = 1 - \frac{mx}{C}.$$

Prenant les logarithmes dans le système de Néper, où $Log.\, e = 1$, on a $-mt = Log\left(1 - \frac{mx}{C}\right)$ différentiant et élevant au carré, il vient : $dt^2 = \frac{dx^2}{(C - mx)^2}$; multipliant par g, on a $gdt^2 = \frac{gdx^2}{(C - mx)^2}$: or, nons avons vu au chapitre IV, que, quelle fut la loi de la résistance du milieu, on avait : $gdt^2 = -dx\, dz$, z étant égal à $\frac{dy}{dx}$ on aura donc : $\frac{gdx^2}{(C - mx)^2} = -dx\, dz$, ou simplement $dz =$

$-\frac{gdx}{(C-mx)^2}$; intégrant, on obtient : $z = A - \frac{g}{m} \frac{1}{(C-mx)}$. à l'origine $x = o$, $z = tang\ \alpha$, il viendra donc : $tang\ \alpha = A - \frac{Cm}{g}$, d'où l'on tire : $A = tang\ \alpha + \frac{g}{m\ V\ cos\ \alpha}$ et partant z : $= tang\ \alpha + \frac{g}{m\ V\ cos\ \alpha} - \frac{g}{m\ (V\ cos\ \alpha - mx)}$ (A), qui se ramène à la forme : $z = tang\ \alpha - \frac{gx}{V\ cos\ \alpha\ (V\ cos\ \alpha - mx)}$.

Equation qui donne très-aisément, l'angle, ou plutôt l'inclinaison de la tangente, en un point quelconque de la trajectoire.

Au sommet de la courbe, $z = \frac{dy}{dx} = o$ et l'on a :

$$tang\ \alpha + \frac{g}{m\ V\ cos\ \alpha} - \frac{g}{m\ (V\ cos\ \alpha - mx)} = o$$

d'où l'on tire x_o : $= \frac{V\ cos\ \alpha}{m} \left(1 - \frac{g}{m\ V\ sin\ \alpha + g}\right)$

$$\frac{V^2\ sin\ \alpha\ cos\ \alpha}{m\ V\ sin\ \alpha + g} = \frac{\frac{1}{2}\ V^2\ sin\ 2\ \alpha}{m\ V\ sin\ \alpha + g}\ (B)$$

Si l'angle de plus grande portée répondait au maximum de l'abcisse du point culminant de la trajectoire, en prenant le maximum de l'expression $x = \frac{\frac{1}{2}\ V^2\ sin\ 2\ \alpha}{m\ V\ sin\ \alpha + g}$

on aurait : $(m\ V\ sin\ \alpha + g)\ V^2\ cos\ 2\ \alpha\ d\ \alpha - \frac{1}{2}\ m\ V^3\ sin\ 2\ \alpha\ cos\ \alpha\ dx = o$ réduisant tout au sinus on a :

$(m\ V\ sin\ \alpha + g)\ (1 - 2\ sin^2\ \alpha) - m\ V\ sin\ \alpha\ (1 - sin^2\ \alpha) = o$

Développant et réduisant on a :

$$m V \sin^3 \alpha + 2g \sin^2 \alpha = g$$

si la résistance du milieu est nulle on a $\sin^2\alpha = \frac{1}{2}$ et $\alpha = 45°$ et en général :

$$\sin^3 \alpha + \frac{2g}{mV} \sin^2 \alpha = \frac{g}{mV}$$

équation du 3ᵉ degré, qui devrait donner l'angle de plus grande portée.

Pour $m = 0.055$, $V = 180^m$, α est compris entre 39 et 40°.

A mesure que V augmente, α diminue : pour $V = \infty$, on aurait $\alpha = o$.

Si l'on suppose que la résistance du milieu soit nulle, on aura : $x_0 = \frac{\frac{1}{2} V^2 \sin 2\alpha}{g}$ qui est précisément l'abcisse du sommet de la parabole correspondante.

Passons actuellement à la détermination de la trajectoire :

on a $z = \frac{dy}{dx}$ et partant :

$$\frac{dy}{dx} = \tang \alpha + \frac{g}{m V \cos, \alpha} - \frac{g}{m(V \cos \alpha - mx)}$$

qui donne :

$$dy = dx \tang \alpha + \frac{g\,dx}{m V \cos \alpha} - \frac{g\,dx}{m(V \cos \alpha - mx)}$$

intégrant il vient :

$$y = x \tang \alpha + \frac{gx}{m V \cos \alpha} + \frac{g}{m^2} Log\,(V \cos \alpha - mx) + A'$$

à l'origine $x = 0$, $y = 0$ et partant :

$$A' = -\frac{g}{m^2} \, Log.\, V \cos \alpha$$

substituant dans l'équation de la courbe on obtient :

$$y = x \,tang\, \alpha + \frac{gx}{m V \cos \alpha} + \frac{g}{m^2} \, Log \left(1 - \frac{mx}{V \cos \alpha}\right) \text{(c)}$$

Equation dans laquelle il n'a été fait aucune supposition, qui soit de nature à attérer la courbure de la trajectoire, et dont la forme a fait dire, que cette courbe, était une sorte de Logarithmique.

Si la vitesse était fort grande par rapport à m et à x, on pourrait développer l'expression $Log \left(1 - \frac{mx}{V \cos \alpha}\right)$

on aurait $log : \left(1 - \frac{mx}{V \cos \alpha}\right) = -\frac{mx}{V \cos \alpha} - \frac{m^2 x^2}{2 V^2 \cos^2 \alpha}$

$$\frac{m^3 x^3}{3 V^3 \cos^3 \alpha} - \text{etc.}$$

substituant, il viendrait :

$$y = x \,tang\, \alpha - \frac{gx^2}{2 V^2 \cos^2 \alpha} - \frac{gm\, x^3}{3 V^3 \cos^3 \alpha} - \frac{gm^2\, x^4}{4 V^4 \cos^4 \alpha} - \text{etc.}$$

qui, pour $m = 0$, donne :

$y = x \,tang\, \alpha - \frac{gx^2}{2 V^2 \cos^2 \alpha}$ qui est, comme on sait, l'équation de la parabole correspondante.

La durée du mouvement est donnée par l'équation :

$$t = \frac{1}{m} \operatorname{Log}\left(\frac{1}{1 - \frac{mx}{V \cos \alpha}}\right) \text{ qui donne } dt = \frac{dx}{C - mx}$$

or, nous avons $ds = dx\sqrt{1 + z^2}$, on aura donc :

$$\frac{ds}{dt} = v = (V \cos \alpha - mx) \sqrt{1 + z^2} =$$

$$\frac{\sqrt{V^2 (V \cos \alpha - mx)^2 - 2\, g\, Vx \sin \alpha\, (V \cos \alpha - mx) + g^2 x^2}}{V \cos \alpha}$$

pour $m = 0$, on a :

$$v = \sqrt{V^2 - 2g\left(x \operatorname{tang} \alpha - \frac{gx^2}{2 V^2}\right)} = \sqrt{V^2 - 2gy}$$

qui est effectivement la vitesse dans la parabole.

La trajectoire présente une asymptote verticale, en effet, si l'on prend la valeur de z, on voit que pour $z = -\infty$ on a $V \cos \alpha - mx = 0$, d'où l'on tire $x = \frac{V \cos \alpha}{m}$, pour la distance à laquelle est située l'asymptote verticale.

Cette supposition, introduite dans la valeur de V, donne $V = \frac{g}{m}$, c'est à dire que la vitesse finit par devenir constante.

La portée de 600 à 800^m pour le boulet de 12 répondant à celle 1000 à 1200 pour les gros boulets et les obus, il est présumable que les trajectoires des projectiles lancés à ricochet mou, se rapprochent beaucoup de cette courbe, c'est un fait qu'il serait curieux de vérifier :

Nous allons essayer d'appliquer la formule

$$y = tang\ \alpha + \frac{gx}{m V \cos \alpha} + \frac{g}{m^2} Log. \left(1 - \frac{mx}{V \cos \alpha}\right)$$

au tir des bombes de 29 c. nous prendrons pour exemple, celle qui est lancée à 1088ᵐ et pour laquelle la vitesse initiale paraît avoir été de 120ᵐ par seconde,

La valeur de m doit être déterminée de telle sorte qu'on ait $y = o$ pour $V = 120^m$ $\alpha = 45°$ et $x = 1088^m$.

Si, dans l'équation développée, on fait $y = o$, $tang\ \alpha = 1$, $\cos^2 \alpha = \frac{1}{2}$ et, si l'on supprime les puissances de x, périeures à la 3ᵉ, il vient :

$x = \frac{gx}{V^2} + \frac{2\ g\ mx^2}{3\ V^2 \cos \alpha} + \frac{g\ m^2\ x^3}{V^4}$ Effectuant les substitutions, on a une équation numérique du deuxième degré qui donne $m = 0.0314$.

Cette valeur introduite dans l'équation complète $y = x\ tang\ \alpha + \frac{gx}{m V \cos \alpha} + Log\ \frac{g}{m^2}\left(1 - \frac{mx}{V \cos \alpha}\right)$ donne $y = -40^m$ il en résulte donc que m est trop grand, pour $m = 0.03$, $y = -8^m$ pour $m = 00297$, $y = -2$. Nous nous bornons à cette valeur, qui est suffisamment exacte pour le but que nous nous proposons; d'ailleurs l'angle de chûte étant plus grand que l'angle de tir, la différence avec la portée réelle, est moindre que 2ᵐ.

Nous prendrons pour bonne la valeur m = 0.0297, attendu d'ailleurs, qu'il est rare qu'on opère sur des terrains de niveau, et, qu'une différence de 2 mètres, est négligable pour une portée de 1088ᵐ.

Determinons, en passant, les divers éléments de cette trajectoire :

on a pour l'abcisse du point culminant :

$$x_0 = \frac{\frac{1}{2} V^2}{m V \sin \alpha + g} = 583^m.94 \text{ au lieu de } 544^m.00$$

qu'on trouverait pour la parabole de même portée, substituant cette valeur dans l'équation de la trajectoire ; on obtient $y_1 = 314^m.64$ au lieu de 272^m qu'on aurait pour la parabole de même portée.

La vitesse U au sommet de la courbe est (à cause de $x = 0$ en ce point) $U = V \cos \alpha - m x = 67^m.51$.

L'angle de chûte est donné par la formule $\tan \omega$

$$= \tan \alpha + \frac{g}{m V \cos \alpha} - \frac{g}{m (V \cos \alpha - m x)} = -1.391$$

Effectuant les substitutions et les calculs il vient $\omega = 54^\circ.21$ on trouve pour la vitesse finale, $v = 90^m 13$.

La distance où est situé l'asymptote verticale est :

$$x = \frac{V \cos \alpha}{m} = 2857^m \text{ environ et l'on a ; } v = \frac{g}{m}$$

$= 331^m\ 10$, résultat qui ne saurait être exact, attendu que pour cette vitesse, la loi de résistance adoptée n'est plus admissible.

Pour la durée du mouvement :

$$t = \frac{1}{m} Log \left(\frac{1}{1 - \frac{m x}{V \cos \alpha}} \right) = \frac{1}{m} Log \left(\frac{V \cos \alpha}{V \cos \alpha - m x} \right)$$

L'angle de plus grande portée serait donné par $\sin^3 \alpha + \frac{2g}{mV} \sin^2 \alpha = \frac{g}{mV}$ d'où l'on tire $\alpha = 41°.\ 18'$. Ce qui parait être, tout à fait d'accord, avec les expériences de Besout.

On voit que les formules que nous venons d'appliquer représentent assez bien le mouvement des bombes, mais l'accord serait sans doute plus parfait, pour une trajectoire moins infléchie, et dans laquelle la vitesse n'éprouverait pas autant de variations.

Il ne serait peut-être pas sans intérêt de faire quelques expériences à ce sujet, en déterminant bien exactement les vitesses initiales, à l'aide du pendule électro-balistique, car presque toujours, dans les mouvements lents, on suppose les vitesses initiales plus grandes quelles ne le sont réellement.

Reprenons l'exemple que nous avons donné ci dessus; relativement au tir à ricochet de l'obus de 22^m, soit $V = 159^m$, on trouve par la table n° 6, pour $x = 600^m$, $v = 118^m.60$ en nombre rond :

L'équation :

$$y = x \tan \alpha + \frac{gx}{mV\cos\alpha} + \frac{g}{m^2}\left(1 - \frac{mx}{V\cos\alpha}\right)$$

donne : $\tan \alpha = \frac{y}{x} - \frac{g}{mV} + \frac{g}{m^2 x} \operatorname{Log}\left(\frac{1}{1 - \frac{mx}{V}}\right)$

formule dans laquelle nous suposons $\cos \alpha = 1$. soit

$y = 10^m$: on a $mx = V - v = 40^m.4$ et partant $m =$ 0.0673.

Effectuant les calculs, multipliant le *log*. tabulaire de $\left(\frac{1}{1-\frac{mx}{V}}\right)$ par 2.302 on trouve $\alpha = 8°.55!$ on trouverait dans le vide 7° 34' 50"...

Je suis porté à croire que, si la vitesse initiale n'est point exagérée, l'angle de 8°.55 est beaucoup plus près de la vérité, que tous les autres.

Dans les expériences qui furent faite à Lafère, en 1771, sur le tir des bombes, pour vérifier la théorie de Besout, la portée observée sous l'angle de 10°, est une de celles qui s'écartent le plus des calculs de notre auteur, nous allons voir ce que donnerait la théorie de la résistance proportionnelle à la vitesse.

Calculons d'abord la vitesse initiale V.

Les bombes employées pesaient 142 livr., 69 kil. 51, elles avaient 11 pouces 2 lignes $= 0^m323$ de diamètre; si l'on adopte la formule $n = \frac{0.215\,\tau_0\,\delta\,r^2}{P}$ dans laquelle $\delta = \frac{1000^{kil.}}{850}$ on trouve $n = 0.0002932$ m nombre rond ou plus exactement $Log\, n = \bar{4}.46718$.

La portée à 45° ayant été de 1004^m36, on déduit de a formule:

$$V^2 = \frac{g}{nb}\left(\frac{e^{2nbx} - 2nbx - 1}{2nbx}\right),\ b = 1.148;\ V = 111^m,86,$$

au lieu de $118^m,89$ que trouve Bezout, avec le coefficient qu'il a adopté.

Si, au moyen des tables 5 et 6, on cherche la vitesse restante à la distance de 465.35, portée moyenne observée sous l'angle de 10°, on trouve que la vitesse restante pour $Ax = 85^m.43$ est 96^m, en nombre rond, on aura donc : $V - v = mx$ ou $m = \frac{15.86}{465.35} = 0.03408.$

Introduisant cette valeur dans la formule, $tang.\ \alpha = \frac{g}{m^2x} Log.\left(\frac{1}{1 - \frac{mx}{V}}\right) - \frac{g}{mV}$ on trouve : $\alpha = 11^\circ 9' 20''$ environ.

On trouverait par la formule :

$$tang.\ \alpha = \frac{gx}{2V^2}\ \frac{\left(\frac{V^2}{v^2} - 2\,Log.\ \frac{V}{v} - 1\right)}{2\left(Log.\ \frac{V}{v}\right)^2},\ \alpha = 11'30'50.$$

Ainsi donc, on voit que dans le cas qui nous occupe, la loi de la résistance de l'air proportionnelle à la vitesse, donne des résultats plus rapprochés de l'expérience, que celle où l'on suppose, cette même résistance, proportionnelle au carré de la vitesse.

Une des choses qui ont le plus contribué à retarder

les progrès de la science balistique, c'est l'extrême précision qu'on voulait apporter dans les calculs. Ce n'était pas trop des tables de Callet pour faire des travaux de ce genre. Ayant coopéré en 1818-1819 aux calculs de la trajectoire de la balle du fusil à Metz, de concert avec M. le colonel Lefrançais et le capitaine Ducamps, j'osai exprimer l'opinion, que les tables de Lalande étaient suffisantes, le célèbre astronome ayant déclaré ne s'être jamais servi que de ses tables pour les calculs immenses qu'il avait effectués, on me répéta, en riant, la fameuse réponse : « Oui, mais M. Delalande opérait dans le ciel. »

Il serait à désirer que les calculs de la balistique, fussent aussi exacts que ceux de l'astronomie, mais il se passera bien du temps avant que nous en arrivions là.

Parmi les auteurs qui ont simplifié les calculs de balistique, M. le colonel d'artillerie Didion est un de ceux qui sont entrés le plus largement dans cette voie. En mettant la science à la portée d'un plus grand nombre d'intelligences, on en assure les progrès, sinon immédiatement, du moins dans un avenir plus ou moins rapproché. Les tables balistiques de M. Didion lui assurent un rang distingué parmi les savants utiles.

Malgré les services que le pendule balistique a rendus à l'artillerie, en faisant connaître la vitesse dont les mobiles sont animés, je crois qu'il serait impossible de

déduire, à *priori*, la forme de la trajectoire des vitesses déterminées à l'aide du pendule. Les vitesses initiales sont si variables, soit par suite des circonstances de l'inflammation de la poudre, et du mouvement du projectile dans l'âme de la bouche à feu, soit par suite des vicissitudes atmosphériques, soit par suite de l'imperfection du pendule ; quelles ne sont jamais exactement connues ; joignez à cela, la nécessité de tirer à une distance rapprochée pour ne pas manquer d'atteindre le récepteur du pendule. Il résulte de là, que les différences, entre les vitesses initiales et les vitesses restantes, sont assez faibles pour être influencées, d'une manière très-notable, par les variations qu'on observe, d'un coup à l'autre, dans les vitesses initiales, et pour empêcher de trouver la véritable loi de la résistance de l'air, pour les faibles vitesses.

Cependant il est d'expérience, et, toutes les formules obtenues jusqu'à ce jour, confirment ce fait, qu'une différence de quelques mètres dans les vitesses restantes, change la nature et la forme de la trajectoire, particulièrement dans les dernières parties de la branche descendante ; car, quoi qu'on fasse, le tir aux grandes distances sera toujours la pierre de touche des théories balistiques ; et une formule, qui, pour un projectile donné, animé d'une vitesse connue, conduit à un angle de tir de 20°, pour une portée qu'on obtient sous celui

de 15°, ne saurait être considéré comme étant parfaitement exacte.

C'est particulièrement pour les tirs sous de grands angles, et avec des vitesses moyennes; que les théories basées sur les nouvelles lois, s'écartent le plus de l'expérience.

Je suis porté à croire que les lois de la résistance de l'air, calculées par Hutton, exagèrent beaucoup cette même résistance, pour les faibles vitesses, il en est de même des résultats fournis par les expériences de Metz; car ces expériences ayant été faites avec le pendule balistique, devaient présenter les causes d'erreur que nous avons signalées plus haut, et malgré la perfection plus grande des pendules, et les soins apportés dans tous les détails du tir. C'est, du plus ou moins seulement, et, le nuage qui masque la véritable loi, subsiste toujours, quoique moins gros.

Le pendule électro-balistique permettant de tirer à des distances très-grandes, les différences entre les vitesses initiales et les vitesses restantes sont assez fortes, pour que les variations, que présentent les vitesses initiales, n'aient qu'une influence très-faible, et d'ailleurs, le même coup pouvant déterminer la vitesse initiale et la vitesse restante, l'influence des variations de celle-là se trouve annulée. Aussi, ai-je la conviotion que cette belle

invention contribuera beaucoup à l'avancement de la science balistique.

Je pense que la détermination de la vitesse restante de la balle du fusil à 600 m., pourrait jeter un grand jour sur les théories balistiques actuelles. Nous avons vu qu'une différence de 50 m. dans les vitesses initiales, se réduisait à 4 m. pour les vitesses restantes à 600 m.; si donc, le pendule électro-balistique, accusait une vitesse de 80 m., l'exagération de la résistance de l'air serait rendue évidente.

Le lecteur sera étonné, sans doute, de nous voir adopter le fusil d'infanterie pour servir à vérifier les lois de la résistance de l'air, mais nous lui ferons remarquer que, comme pour cette arme, les arcs décrits avec la même vitesse, sont plus courts que ceux répondant aux bouches à feu, la probabilité d'atteindre le but est en faveur de la balle.

Ainsi d'après la table n° 5, chapitre 4, la valeur de A x pour le fusil est de 11^{m}78, celle pour le canon de 24 est de 66^{m}75, ainsi la distance de 100 m. pour la balle d'infanterie répond à $100 \times \frac{66.75}{11.78} = 566$ m. pour le boulet de 24, or, à la distance de 100 m. un tireur adroit met 75 p. 0/0 de coups dans la cible d'infanterie qui a 2 m. de hauteur et 0^{m}50 de largeur, tandis qu'à 566 m. un canonnier, si adroit qu'il soit, n'en mettrait guère que 8 p. 0/0.



A mesure que la distance augmente, l'avantage du fusil devient plus sensible ; à 200, qui répondrait à 1132m pour le canon de 24, le fantassin peut en mettre 15 p. 0/0 dans la cible de 2 m. de hauteur et de 1 m. de largeur, tandis que le canonnier, placé presque à la limite de la vision distincte, n'a que très-peu de chances de toucher le but.

La distance de 600 m. pour le fusil répondant à celle de 3396 m. pour le canon de 24, c'est-à-dire bien au-delà des limites de la vision distincte, on voit que les chances de toucher la cible avec la balle, si faibles qu'elles soient, sont incomparablement plus grandes qu'avec le meilleur canon de 24, tirant à 3396 m.

Joignez à cela, que, les expériences sont moins coûteuses, qu'elles n'exigent point un terrain aussi étendu, et qu'elles peuvent être, à dépenses égales, assez répétées, pour qu'on puisse avoir une moyenne suffisamment exacte.

Généralement, dans le tir au pendule, on donne la préférence aux gros calibres, parce que leurs vitesses initiales sont moins variables, mais d'après l'observation que nous avons faite, les variations qu'on trouve entre les vitesses initiales des balles, ne sauraient masquer les résultats essentiels des expériences, et d'ailleurs, ainsi que nous l'avons observé, le même coup peut servir à

déterminer la vitesse initiale et la vitesse restante à 600 m.

A la vérité, on peut objecter que la résistance des fils conducteurs de la cible, au choc de la balle, pourra altérer notablement la vitesse de cette balle, et masquer ainsi les résultats qu'on a intérêt à obtenir. Tandis que l'altération de vitesse produite, par cette cause, dans le boulet de 24, est à peu près négligeable, dans des expériences de cette nature.

Cette objection, j'en conviens, est assez sérieuse; puisqu'on a vu la vitesse des bombes de gros calibre altérée d'une manière sensible par cette cause; que sera-ce donc pour une balle de fusil, animée d'une faible vitesse ?

On sait que le fluide électrique se meut à la surface même des conducteurs. Il serait peut-être possible de faire les fils métalliques qui entrent dans la confection des cibles, creux, à la manière des cordes d'instruments, ou mieux encore en couvrant une âme formée d'un fil de plomb, d'une certaine épaisseur de cuivre, et cela à l'aide des procédés galvano-plastiques, c'est, ce me semble, une chose à essayer.

Quelle que soit la destination de la cible, le fil le moins résistant, et le meilleur conducteur de l'électricité, doit avoir la préférence. Quant à moi, je le répète, il me

semble qu'un fil de plomb, recouvert d'une enveloppe de cuivre serait d'un excellent service.

Si la mollesse et l'intensibilité du plomb étaient un obstacle à l'exactitude des résultats obtenus, on pourrait diminuer ces qualités du métal, par l'addition d'une petite quantité de mercure, et rendre le fil aussi fragile et aussi peu résistant qu'il serait nécessaire (1).

Dans tous les cas, il serait curieux de vérifier l'effet de cette disposition, et d'apprécier l'influence de la résistance de la cible sur les vitesses accusées par le pendule électro-balistique, ne fut-ce que pour corriger les moyennes des expériences. Nous reviendrons sur cet objet lorsqu'il sera question du pendule électro-balistique.

(1) Le fil étant exposé à la vapeur du mercure peut en absorber assez pour devenir cassant.

APPAREILS

CHRONO - ÉLECTRIQUES

AVEC APPLICATION AUX EXPÉRIENCES BALISTIQUES

PAR MARTIN DE BRETTES

Capitaine d'artillerie, inspecteur des études à l'École Polytechnique

---

Le bienveillant accueil fait, dans les principaux Etats de l'Europe, au livre que jai publié sous le titre: *Etudes sur les appareils Electro-magnétiques destinés aux expériences de l'artillerie en Angleterre, en Russie, en France, en Prusse, en Belgique, etc.,* accueil dont jai reçu de précieux témoignages, l'appréciation favorable que l'illustre doyen de l'institut de France, le vénérable M. Biot, a daigné exposer dans une séance de l'Académie des sciences et consacrer

ainsi de l'autorité de sa parole (1), m'obligaient à de nouveaux efforts pour répondre dignement à cet accueil sympatique.

Je n'hesitai pas à continuer, autant que les

(1) M Biot à prononcé a ce sujet les paroles suivantes, dans la séance du 3 novembre 1854. (*Comptes-rendus de l'Académie des Sceinces*).

« M. le capitaine d'artillerie MARTIN DE BRETTES, inspecteur des études à l'école Polytechniqne, m'a prié de présenter en son nom à l'Académie, un ouvrage de sa composition ayant pour titre: *Études sur les appareils électro-magnétique destinés aux expériences de l'Artillerie*. Comme cet ouvrage, sous son titre modeste, est le résultat de méditations longtemps suivies avec persévérance, soit dans le calme des établissements militaires, soit dans la vie active des camps; et, qu'à ces vues personnelles, l'auteur a joint une discution approfondie de toutes les tentatives déjà faites sur le même sujet tant à l'étranger qu'en France. jai pensé que l'Académie trouverait quelque intérêt à conaître, comment il a compris et exécuté cette transition difficile des spéculations physiques aux applications.

« Il commence naturellement par décrire les appareils électro-moteurs: ceux qui servent a développer ce qu'on appelle les *courants électriques*. — Il spécifie, d'après l'expérience, les propriétés observables de ces courants, leur rapide transmissibilité, leurs actions entre eux et sur les corps aimantés ou aptes à le devenir; les disposition les plus éfficaces pour accroître leur énergie; les procédés par les quels on peut la constater, la rendre sensiblement constante, longtemps durable, et la faire agir dans cet état par intermitences, dont la rapidité de succession n'est limitée que par l'intervalle de temps très-petit mais non pas insensible, que le magnétisme emploie à se développer ou à s'éteindre dans les corps conducteurs, sous l'impression d'un contact opéré ou supprimé instantanément. Tout cela est exposé avec concision, mais clairement, exactement, dans les termes usités par les phisyciens; sans discussion ni garantie de leurs doctrines, et comme autant de fais acquis.

exigences de mes fonctions le permettaient, mes études et mes recherches sur les moyens d'appliquer l'électricité à la solution du problème fondamental de la balistique, savoir: la détermination de la vitesse initiale des projectiles.

« Ces préparatifs étant établis, l'auteur passe aux applications qu'on en a faites, ou qu'on en peut faire, pour résoudre expéritalement une foule de questions qui intéresse l'artillerie: par exemple, mesurer la vitesse *initiale* d'un projectile tiré sous un angle quelconque; celle qu'il a en un point quelconque de sa trajectoire; les maxima de vitesses des éclats d'obus et les balles qui y seraient renfermées, soit que l'explosion se fasse à l'état de mouvement ou de repos. Tous les procédés imaginés pour ces applications se résument dans cet énoncé général: Des effet mécaniques instantanés, qui se succedent à des intervalles de temps très-courts, sont, aux moments où il se produisent, reportés par l'électricité à un appareil qui s'en impressionne, et sur lequel ces intervalles de temps se trouvent transformés en intervalles graphiques, dont la grandeur, devenue appréciable, sert à les mesurer. L'auteur fait connaître en détail ceux de ces procédés qui ont été imaginés ou employés pour des recherches de ce genre, par les physiciens en Angleterre et en France; ceux aussi qui ont été appliqués en grand à des expériences d'artillerie dans plusieurs autres pays de l'Europe, la Russie, la Prusse, la Belgique, où elles ont été entreprises et éxécutées sous le patronage des gouvernements. Il ne décrit pas seulement les appareils qui ont servi à ces nouvelles et importantes études de balistique; il en discute les détails, signale leurs défauts, leurs avantages, et expose les modifications, qu'à son avis, on pourait utilement y apporter pour rendre leurs indications plus sûres ou plus plus précises. Ces propositions de perfectionnements, faites par un esprit pratique, à la suite d'un examen attentif et comparé de tout ce qui a été imaginé ou réalisé précédemment, devront être prises en grande considération quand on organisera de pareils travaux.

« La lecture de l'ouvrage du capitaine Martin y sera un exellent

Les nouveaux appareils que je propose sont, comme les précédents, fondés sur la représentation d'un intervalle de temps par l'espace qu'un mobile, dont la loi du mouvement est connue, parcourt pendant la même durée. Dans les nouveaux appareils la loi du mouvement est parfaitement connue, car, le mobile indicateur est un corps oscillant, un pendule, ou bien un corps libre tombant verticalement

Les styles sont suprimés, l'étincelle d'induction est le seul agent mecanique employé pour déterminer les espaces parcourus par le mobile pendant les temps qu'il s'agit de mesurer.

Cette application mécanique des courants d'induction aux appareils chrono-électriques, peut être généralisée et s'étendre à presque tous les apareils enregistreurs dans lesquels un style trace une courbe continue ou discontinue en vertu de la transmission d'effets mécaniques.

J'esperais pouvoir insérer la description de ces nouveaux appareils dans une nouvelle édition

préparatif. C'est dans cette voie, et sous cette forme, que les spéculations des sciences peuvent être fructueusement introduites dans les opérations des armes savantes. Des militaires, s'appropriant, et y transportant ainsi leur découverte, ce sont des auxiliaires dont l'Académie accueillera toujours les efforts avec faveur.

des *Etudes sur les appareils électro-magnétiques* entièrement refondue et augmentée de nouveaux documents sur l'importante question qu'elles ont pour objet. Mais des circonstances indépendantes de ma volonté éloignant cette publication, je me suis decidé à ne pas retarder celle des appareils décrits dans ce mémoire, espérant que la connaissance du nouveau moyen d'appliquer l'électricité, sur lequel ils sont établis, sera de quelque utilité aux officiers d'artillerie qui s'occupent de l'application de l'électricité aux expériences de balistique.

Cette publication parait opportune, car l'idée d'appliquer l'électricité à la balistique compte aujourd'hui des partisans dans toutes les artilleries de l'Europe, et attire en ce moment l'attention de l'artillerie française.

Les travaux que j'ai publiés depuis dix ans sur les projets d'appareils électro-magnétiques et leur emploi dans les expériences d'artillerie, ont sans doute, grâce au bienveillant accueil qui leur a été fait par des officiers distingués de presque toutes les artilleries de l'Europe, contribué à vulgariser l'idée de substituer aux pendule balistique en usage des appareils électro-balistiques; mais je pense que le résultat des

expériences faites en Belgique, sur une assez grande échelle et sous le patronnage du gouvernement, avec le pendule électro-balistique imaginé par un officier distingué de l'artillerie de cette nation, M. le capitaine Navez, pendant qu'on hésitait, presque partout, à entrer dans la voie nouvelle, ont puissament contribué à faire cesser cette hésitation et à convaincre les plus incrédules des avantages que l'artillerie pouvait tirer du merveilleux agent.

Cet appareil simple, facile à employer, dont j'ai exposé depuis longtemps les propriétés, les applications balistiques et annoncé l'avenir (1), a partout donné des résultats suffisamment exacts pour faire apprécier sa supériorité sur le pendule balistique à ces avantages, qui paraissent reconnus par la commission du tir instituée à Metz, il faut joindre : la rapidité d'opérer, qui permet de faire dans une séance dix fois plus d'expériences qu'avec le pendule balistique en usage, et la faculté de calculer en peu de temps les vitesses, dont le calcul ordinaire exigerait des journées entières.

(1) *Journal des armes spéciales*. Etudes sur les appareils électro-magnétiques destinés aux expériences de l'artillerie, etc.

Cet apareil permet d'obtenir seulement la vitesse en un point de la trajectoire.

Les apareils que je propose, tout en étant d'une grande simplicité, d'un maniement facile et à la portée de tout le monde, ont l'avantage de donner à chaque expérience, la mesure de plusieurs intervalles de temps et par conséquent de plusieurs vitesses; les précautions prises pour s'assurer de la régularité et de la précision des indications qu'ils donnent, comme on le verra dans ce mémoire, permettent d'espérer que la pratique réalisera les prévisions de la théorie.

Enfin, aujourd'hui que l'idée d'appliquer l'électricité à la recherche des vitesses initiales est acceptée dans les artilleries des deux mondes, elle germera dans l'intelligence des jeunes officiers d'artillerie et portera ses fruits dans un prochain avenir. Ma mission est donc terminée!

CHAPITRE I.

BUT ET PRINCIPE DES APPAREILS A INDICATIONS MULTIPLES.

§ I. *But des appareils.*

Ces appareils ont pour but :

1° de produire mécaniquement une trace, sur une feuille de papier chaque fois qu'un circuit magnétique est interrompu, soit à l'instant même ou l'interruption a lieu, soit après un intervalle de temps qui reste constant :

2° de permettre de mesurer exactement la distance angulaire ou rectiligne de ces traces, et de fournir ainsi les données nécessaires pour calculer : soit l'intervalle de temps écoulé entre les instants ou deux circuits magnétiques ont été interrompus, soit les intervalles de temps écoulés entre les interruptions successives d'une série de circuits.

§ 2. *Principe des appareils.*

Ces appareils sont basés :

1° Sur la relation qui existe entre le temps à mesurer et l'espace parcouru pendant ce temps par un mobile, dont la loi de mouvement est connue. Cette connaissance est assurée dans les appareils proposés, car, le mobile est un pendule oscillant, ou un corps tombant verticalement en vertu d'une force constante.

2° Sur une propriété mécanique des étincelles d'induction, qui consiste dans la puissance de percer avec une grande netteté une feuille de papier placée sur une plaque, vis à vis une pointe métallique, quand cette plaque et cette pointe communiquent respectivement avec une des extrémités du fil induit de l'appareil d'induction de Ruhmkorff.

La netteté du trou dépend de la forme de la pointe, de sa distance au papier et de l'énergie du courant, il peut être aussi petit qu'on le désire, comme celui, par exemple, que ferait la pointe d'une aiguille à coudre. Cette propriété permettra généralement de négliger les dimen-

sions des trous faits par l'étincelle d'induction et le les considérer comme des points mathématiques, ce qui facilitera la mesure de leurs distances angulaires ou rectilignes.

3° Sur la faculté d'obtenir ces traces sans modifier les dimensions, la forme, le poids et le mouvement du mobile indicateur, soit oscillant, soit tombant verticalement.

4° Sur la simultanéité de la production de l'étincelle d'induction, dans l'appareil Ruhmkorff, et de l'interruption du circuit inducteur. Cette simultanéité n'est pas parfaitement constatée. Cependant on est conduit à l'admettre, quand les circonstances où elle se produit sont constantes.

Aussi, pour aller au devant de cette objection, l'appareil a été disposé de manière que le circuit induit et la pile électro-motrice restent toujours les mêmes chaque fois que l'appareil d'induction est mis en jeu pour percer le papier.

Les circonstances dans lesquelles on opère, restant ainsi constantes, les résultats mécaniques seront aussi constants, et l'étincelle d'induction sera toujours, ou simultanée avec l'interruption du courant inducteur ou en retard sur elle d'une durée constante.

Dans le premier cas, l'intervalle de temps sera

représenté exactement par l'espace compris entre la trace de l'étincelle et un repère correspondant à la position initiale du mobile; dans le second, ce parcours sera trop grand d'une quantité correspondante au retard de la production de l'étincelle.

On pourrait, il est vrai, mesurer ce retard et corriger les résultats, mais cette opération délicate devient inutile, si, comme nous *le ferons*, on emploie, pour représenter un intervalle de temps, une longueur linéaire parcourue par un mobile animé d'une vitesse initiale connue. Ce moyen procurera encore l'avantage de représenter de petits intervalles de temps par des longueurs linéaires relativement très-grandes et toujours exactement appréciables.

Dans ce cas, en effet, si l'étincelle trace trop tard l'origine de l'espace parcouru, la longueur représentative du temps à mesurer, ainsi déterminée, sera trop courte d'une quantité correspondante à ce retard; mais comme l'étincelle met le même retard pour tracer la fin de l'espace décrit, il en résulte que celui-ci sera trop grand d'une quantité correspondante. Il y aura ainsi compensation, et l'espace linéaire compris entre les traces initiale et finale de l'étincelle, connu de

position, représentera le temps écoulé avec la même précision que si les étincelles étaient simultanées avec les interruptions du circuit inducteur.

Cette longueur linéaire, comprise entre deux étincelles, peut être considérée comme la différence de deux longueurs parcourues par le mobile indicateur partant du repos, par conséquent le temps qu'elle représente est la différence de ceux représentés par ces longueurs linéaires. D'après ce qui précède, ces temps seraient tous les deux trop grands de la même quantité, qui est le retard de l'étincelle, mais cette cause d'erreur disparaîtra en prenant leur différence pour obtenir le temps cherché, c'est-à-dire celui correspondant à l'espace compris entre les traces initiale et finale de l'étincelle.

Ainsi quand l'étincelle mettra un retard constant à produire sa trace et qu'on opérera par différence, on n'en tiendra aucun compte. C'est toujours ainsi que l'on opérera avec les appareils dont il va être question.

CHAPITRE II.

I.

APPAREIL CHRONO-ÉLECTRIQUE A MOBILE INDICATEUR OSCILLANT.

L'appareil chronoscopique se compose :
1° d'un appareil indicateur ;
2° d'une machine d'induction de Ruhmkorff;
3° de conjoncteurs-momentanés ;
4° de disjoncteurs ou Rheotomes ;
5° de piles électro-motrices.

§ 1. *Appareil indicateur*

Pl. 1. fig. 1.

L'appareil indicateur se compose d'un plateau surmonté d'un montant vertical en cuivre, qui est recourbé à la partie supérieure, pour former une chappe destinée à supporter l'axe de suspen-

sion du pendule. Ce montant porte aussi, à sa partie supérieure, deux bras horizontaux parallèles au plan d'oscillation, dont l'un a pour objet de porter un électro-aimant et l'autre de soutenir un vernier ou un micromètre tournant autour de l'axe de suspension du pendule.

Le corps oscillant en cuivre et de forme lenticulaire est traversé par la tige de suspension en acier. La suspension s'opère à la partie supérieure de cette tige, soit au moyen de couteaux d'acier reposant sur des plans d'agate ou d'acier, soit au moyen des pivots d'acier, formant les extrémités de deux vis, qui appuient sur le centre des bases d'un petit cylindre en bronze dur et adapté à la partie supérieure de la tige normalement au plan d'oscillation.

La tige se prolonge au-dessous de la lentille jusqu'à la partie moyenne comprise entre deux limbes concentriques. La section de cette tige est très-petite, afin de maintenir le centre de gravité assez haut pour que le pendule oscille dans 1/3 de seconde environ. Elle porte à sa partie inférieure une petite vis terminée par une pointe de platine qui est dirigée normalement sur le limbe et très-rapprochée de ce dernier. Le limbe a environ $0^m,25$ à $0^m,30$ de rayon.

Cette vis communique avec le fil positif de l'appareil Ruhmkorff, au moyen de la tige du pendule, des couteaux, de leur support, du montant et de la presse avec laquelle ce dernier est métalliquement réuni.

La lentille est traversée perpendiculairement à la tige et parallèlement au plan d'oscillation par un cylindre en fer doux destiné à jouer le rôle d'armature de l'électro-aimant porté par la traverse horizontale.

A cet effet, l'électro-aimant est mobile le long du bras qui le porte, et peut être amené à la même distanee de l'axe de rotation que le fer doux de la lentille, de sorte que cette dernière peut être soutenue, quand on amène son fer doux au contact de celui de l'électro-aimant, pendant la fermeture du circuit dont la bobine fait partie.

Parallèlement au plan d'oscillation du pendule se trouve un plateau vertical en cuivre et mieux en verre ou en ivoire, sur lequel sont tracés deux limbes concentriques. Leur centre commun est sur le prolongement de l'axe de suspension, et ils comprennent entre eux une zone circulaire découpée dans l'épaisseur du plateau.

Derrière le plateau se trouve une plaque de cuivre qui en est séparée par une feuille de pa-

pier (1) blanc et fin. Les faces voisines du plateau et de la plaque métallique, étant bien planes, touchent la feuille de papier quand on serre, par des vis de pression, la plaque mobile contre le plateau, et laissent apparaître une zone circulaire de papier blanc à travers la découpure qui sépare les limbes.

La plaque métallique couverte de papier blanc sur une de ses faces communique, par une presse, avec l'extrémité intérieure du fil fin de la bobine induite de l'appareil Ruhmkorff.

Quatre vis calantes, placées aux angles du plateau en bois qui porte tout l'appareil du pen-

(1) On pourrait remplacer avantageusement la feuille de papier blanc uni par une autre feuille de papier blanc, sur laquelle on aurait tracé d'avance, en grandeur réelle, la zone circulaire comprise entre les deux limbes avec les divisions tracées sur ces derniers. Cette construction une fois faite avec soin, on pourrait en multiplier indéfiniment les épreuves par la gravure, la lithographie, et mieux encore par la photographie.

Dans ce cas, à chaque expérience, on placerait la feuille de papier partant la zone graduée de manière que ses divisions coïncidâssent avec celles des limbes puis on serrerait les vis de la plaque. Après l'expérience on enleverait la feuille de papier, et on la remplacerait par une autre pour une autre expérience et ainsi de suite. Après la séance on aurait ainsi les résultats de chaque expérience, et on pourrait, au moyen d'une loupe de microscope ou de micrometre, mesurer à loisir et obtenir, avec une exactitude presqu'indéfinie, la grandeur de la fraction de division qu'il peut être nécéssaire d'évaluer.

dule, permettent de disposer verticalement le limbe et le support du système suspenseur du corps oscillant.

§ 2. *Appareil d'induction de Ruhmkorff.*

Pl. 1, fig. 2.

Cette machine, dont M. Th. du Moncel a donné une description détaillée dans un travail spécial consacré à cet appareil remarquable et à ses applications (1), se compose d'une longue bobine en carton mince terminée par des disques en verre et recouverte d'un premier circuit formé par un fil isolé, gros et court, qui doit servir de conducteur au courant inducteur destiné à aimanter une masse centrale de fer doux. Les extrémités de ce fil viennent se fixer à des colonnes de cuivre fixées sur la tablette de l'appareil.

Dans l'axe de cette bobine, se trouve la masse centrale dont il vient d'être fait mention. Elle se compose d'un faisceau de fils de fer, dont la surface oxidée ne permet pas la communication de l'un à l'autre, et empêche ainsi l'établissement,

(1) *Notice sur l'appareil d'induction électrique de Ruhmkorff, etc*, par Th. Du Moncel, Paris 1855.

dans cette masse de fer, des courants d'induction qui diminueraient la rapidité de transmission des courants induits dans la bobine extérieure (2).

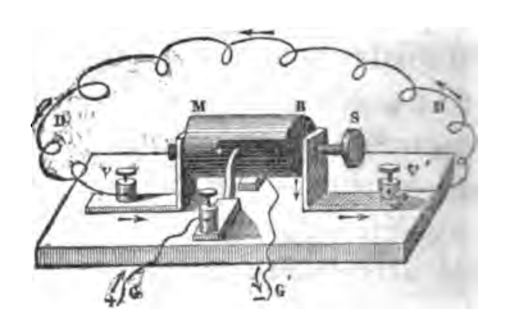
Cette première bobine est recouverte d'une seconde formée d'un fil de cuivre d'un très-petit diamètre, qui est entouré de soie et forme un très-grand nombre de tours, car il a une longueur de 8 à 10 kilomètres. Cette grande longueur, ce petit diamètre et un parfait isolement sont des conditions essentielles pour que le courant d'induction acquière une grande tension. Aussi ce fil est-il isolé avec soin au moyen d'un vernis de gomme laque. Ses extrémités aboutissent à deux colonnes isolantes en verre *a b*.

Il est essentiel d'observer que la tension du courant induit n'est pas égale aux deux extrémités du fil. C'est à l'extrémité extérieure qu'elle est la plus considérable, à l'autre extrémité elle est presque nulle.

La communication entre les fils de la pile et les extrémités du gros fil de la bobine, induction, est établie de la manière suivante. Les fils de la pile sont attachés en A et B des deux côtés du

(2) Voir l'explication de ce fait dans le *Traité d'électricité et de magnétisme*, par M. Becquerel t. III page 223, Paris 1856.

commutateurs C, et communiquent à des ressorts qui, en rencontrant les plaques conductrices du commutateur, font passer le courant dans un sens ou dans l'autre.



Ce commutateur représenté, dans la figure ci-jointe, se compose d'un cylindre M B en ivoire, dont la surface porte deux parties métalliques, placées aux extrémités d'un même diamètre, et communiquant, chacune, par un des montants métalliques, entre lesquels le cylindre se meut, avec une presse *vv'* où s'attache une des extrémités du fil de la bobine intérieure. Les extrémités GG' des conducteurs de la pile s'attachent aux presses, qui communiquent avec les ressorts frottant sur la surface du cylindre.

Les deux éléments métalliques de la surface

du cylindre, qui communiquent chacun avec un des montants, peuvent à volonté, et au moyen du bouton être amenés sous l'un des ressorts; de sorte que le courant de la pile pourra être dirigé avec un sens déterminé dans le circuit D D', ou être interrompu quand les ressorts appuieront sur la partie du cylindre qui est en ivoire.

Le principe de l'appareil consiste en ce que: lorsque l'on fait passer une succession de courants électriques dans le gros fil o i, le faisceau central en fer doux, qui s'aimante et se désaimante successivement, réagit par induction sur le circuit de fil fin et produit une série de courants induits donnant lieu à des étincelles, quand les extrémités de ce fil sont voisines l'une de l'autre.

La succession rapide des courants dans le gros fil inducteur, s'obtient au moyen de l'interrupteur ou trembleur de MM. Neef et Delarive. Cet interrupteur est disposé de manière à être mis en mouvement par le courant lui-même. A cet effet le faisceau central de fer se termine à l'une de ses extrémités par une rondelle en fer doux, qui est hors de la bobine et a pour objet d'attirer un petit marteau en fer doux D, placé au-dessous,

chaque fois qu'elle est aimantée par le courant. Ce petit marteau, attaché à l'extrémité d'un levier très-mobile autour d'un axe fixé sur la colonne, est revêtu à sa partie inférieure par une lame de platine qui repose sur un petit cylindre de cuivre recouvert aussi de platine à la partie supérieure.

Le marteau communiquant par la colonne support avec le gros fil de la bobine, *dont l'autre extrémité*, va rejoindre la colonne B et par suite l'un des pôles de la pile : et le petit cylindre communiquant par la presse A à l'autre pôle, il en résulte que le circuit sera fermé quand le marteau reposera sur le cylindre de cuivre. Mais alors les fils de fer du faisceau intérieur de la bobine ainsi que la rondelle de fer doux s'aimanteront, et celle-ci attirera le marteau ce qui déterminera la rupture du circuit. La cessation du courant inducteur produira la désaimantation du faisceau de fils et de la rondelle, de sorte que le marteau n'étant plus soutenu retombera sur le cylindre de cuivre et fermera de nouveau le circuit; de là : nouvelle aimantation, nouveau soulèvement du marteau, nouvelle interruption du circuit, nouvelle chute du marteau et ainsi de suite.

On comprend alors comment il se produira une succession très-rapide de courants et d'interruptions, attestée par les étincelles qui jailliront entre le marteau et son appui. L'emploi du platine pour revêtir les surfaces de contact a pour objet d'empêcher leur détérioration.

Lorsque l'appareil fonctionne avec un ou deux couples, il se manifeste aux extrémités *a* et *b* des effets de tension très-remarquables qui permettent d'obtenir des étincelles d'un centimètre environ de longueur, en employant un condensateur. Ce perfectionnement imaginé par M. Fizeau consiste à faire communiquer chaque côté de l'interrupteur, avec une des faces d'un condensateur composé de deux feuilles d'étain collées des deux côtés d'une bande de taffetas gommé, d'environ 4 m. de longueur, et recouvertes de deux autres bandes de ce même taffetas, de manière qu'elles peuvent être repliées et rester isolées dans l'intérieur du support en bois de l'appareil. Les presses de gauche sont respectivement en rapport avec une des feuilles d'étain du condensateur.

L'augmentation de l'étincelle avec l'emploi de ce condensateur parait résulter de la suppression ou du moins de la diminution de l'extra-courant dans le fil inducteur, qui, lorsqu'il prend nais-

sance, agit pour diminuer l'intensité du courant induit direct auquel on doit les effets obtenus.

On voit, en effet, quand l'appareil fonctionne sans condensateur, des étincelles éclater aux extrémités de l'interrupteur. Elles proviennent, comme on sait, de l'extra-courant, ou courant induit dans le circuit inducteur lui-même, tandis que l'addition du condensateur diminue beaucoup la grandeur de ces étincelles *et augmente* celles qui jaillissent entre les extrémités des fils fins du circuit induit. Le rôle du condensateur est ainsi de servir à l'écoulement de l'extra-courant.

Lorsque l'appareil fontionne le courant inducteur est alternativement établi et interrompu, de sorte qu'il se produit dans le fil fin des courants de sens inverse. Mais l'action inductrice ne cesse pas complètement, et l'expérience prouve que l'état électrique du circuit est semblable à celui qui serait donné par une succession de courants induits directs, c'est-à-dire produits lors des différentes désaimantations du barreau de fer doux; les courants directs sont donc prédominants (1).

(1) *Traité d'électricité et de magnétisme*, par MM. Becquerel, t. III, page 241, 1856.

§ 3. *Conjoncteurs.*

Pl. 1, fig. 3.

La condition essentielle que doit remplir le conjoncteur est de fermer momentanément le circuit inducteur, et pendant le même temps, chaque fois qu'on opère.

Les habiles constructeurs d'appareil se feraient un jeu d'en trouver un satisfaisant à cette condition. Cependant j'indiquerai, comme exemple, la construction suivante qui est d'une grande simplicité.

Ce conjoncteur se compose essentiellement d'une tige verticale qui est fixée sur un plateau et sert de support à une bobine électro-dynamique, qu'on arrête au moyen d'une vis à la hauteur convenable pour l'expérience.

Cette bobine soutient dans son intérieur un cylindre en fer doux, pendant que le courant magnétique est en activité, et le laisse tomber quand le circuit est interrompu.

Ce cylindre, en tombant, rencontre une des extrémités d'un levier métallique qu'il fait légèrement abaisser et quitte ensuite. L'autre extrémité reçoit la pression d'un ressort à boudin por-

tant à sa partie inférieure un petit disque en ivoire ou autre substance isolante, qui empêche le contact du métal du ressort avec celui du levier. La pression de ce ressort est réglée par une vis *v'* de manière que, lors du choc produit par la chute du petit cylindre de la bobine, l'extrémité du levier puisse s'élever jusqu'au contact d'une autre vis métallique *v*, amenée préalablement à une petite distance.

Cette vis *v* métallique est vissée dans un écrou horizontal en cuivre placé au-dessus du levier. son support métallique vient se réunir à une presse *m*.

Le support du levier, qui est aussi en métal, est aussi en communication avec une presse *m'*.

Les extrémités du fil de la bobine s'attachent chacune à une presse.

Enfin, quatre vis calantes, placées aux angles du support, permettent de rendre verticale la tige support de la bobine électro-dynamique.

On pourrait aussi employer tout conjoncteur simple analogue. Cet appareil étant basé sur le même principe que le précédent, la simple inspection de la figure suffira pour en donner l'intelligence.

Il est des expériences qui nécessitent l'emploi

de plusieurs fermetures du circuit inducteur. Dans ce cas, on fera usage d'un *conjoncteur complexe* dont nous allons donner la description.

Ce conjoncteur pl. III, se compose d'une série de conjoncteurs simples, semblables à celui qui a été précédemment décrit. Ces conjoncteurs simples sont placés les uns près des autres de manière que les presses *m* correspondantes aux supports d'écrous, soient traversées par un conducteur commun en cuivre d'un gros diamètre, et que les presses *m'* en relation avec les axes des leviers, soient aussi reunies entre elles par un autre gros conducteur commun.

Ces conduoteurs sont de grand diamètre, afin que leur introduction ou leur suppression dans un circuit, n'en modifie pas sensiblement la résistance qui est très-considérable.

Au lieu de faire usage de la chute du fer doux d'une bobine électro-motrice, pour mettre en mouvement le levier conjoncteur, on pourrait employer la chute d'un petit cylindre ou d'une petite sphère de fer doux, qu'on soutiendrait par un électro-aimant pendant que le courant serait en activité.

Nous préférons, cependant, l'emploi d'une bobine électro-dynamique soutenant un fer doux

mobile dans son intérieur, parce que son action est plus identique, à moins qu'on n'emploie des électro-aimants privés complétement de toute force coercitive, ou du moins, n'en conservant qu'une constante après chaque interruption du courant qui passe dans la bobine.

§ 4. *Disjoncteurs.*

Pl. 1, fig. 4.

La condition essentielle à laquelle doit satisfaire le disjoncteur ou Rhéotome est d'interrompre simultanément deux circuits. Il existe plusieurs modèles d'appareils qui ont cette destination, cependant je crois devoir proposer le suivant à cause de sa simplicité et de la précision qu'il paraît posséder.

Cet appareil se compose d'un plateau en bois servant de support à un parallèlogramme articulé. Ce parallèlogramme est formé de deux règles égales en cuivre, dont une de leurs extrémités est réunie, par un boulon formant charnière, avec une troisième règle en ivoire ou autre substance isolante, et dont l'autre est traversée par un pivot fixe. Chacune des deux règles mé-

talliques peut tourner autour de son pivot, mais, dans ce mouvement de rotation, elles restent constamment parallèles entre elles. Ce parallélisme est obtenu facilement en plaçant les quatre articulations aux sommets des angles d'un parallèlogramme.

Chaque règle métallique se redresse verticalement à l'extrémité opposée au pivot, et forme ainsi un petit plateau servant de contact à l'extrémité d'une petite vis, dont l'écrou communique avec une petite presse *m m'*.

Le pivot métallique de chaque règle est aussi en communication métallique avec une presse *n n'*.

La grande règle d'ivoire se redresse aussi à l'une de ses extrémités, comme les précédentes, pour présenter une surface de contact à une développante de cercle, qui en tournant pousse cette règle, la déplace parallèlement à elle-même et éloigne ainsi également de leurs vis respectives les extrémités relevées des règles métalliques.

Une roue à rochet montée sur le même axe que la roue à développante permet, au moyen d'un doigt, de maintenir cette solution de contact aussi longtemps qu'on le désire.

La pression d'un ressort contre la règle d'ivoire ramène les règles métalliques au contact

des vis placées vis-à-vis de leurs extrémités, quand la développante cesse de presser l'extrémité de la règle d'ivoire.

On pourrait aussi, pour opérer la solution de contact, remplacer l'action de la roue à développante par celle d'un ressort qu'on laisserait débander au moyen d'une détente.

Il pourrait être nécessaire d'interrompre plusieurs couples de circuits ayant tous un circuit commun. Dans ce cas on ferait usage du conjoncteur complexe dont nous allons donner la description.

Cet appareil pl. III, se compose d'une série d'appareils semblables à celui qui vient d'être décrit, et placés les uns à côté des autres, de manière que les règles métalliques de tous les parallélogrammes articulés aient leurs pivots fixes dans la même direction.

Les presses *m* en relation avec les écrous des petites vis placées en face des extrémités relevées des règles métalliques, communiquent toutes entre elles au moyen d'un gros fil de cuivre. Les presses *n* en communication avec les pivots des mêmes règles sont aussi réunies entre elles par un gros fil conducteur.

Les extrémités de ces conducteurs sont percées transversalement et munies de vis de pression dans la direction de leur axe, afin d'y fixer un fil conducteur.

§ 3. *Piles.*

Pl. 1, fig. 6.

Les piles sont composées d'un élément ou de plusieurs éléments en série selon la résistance du circuit. Les éléments en usage sont ceux de Daniell ou de Bunzen.

Le nombre des piles est variable, l'une, spécialement destinée à produire le courant qui doit passer dans le gros fil de la bobine de l'appareil d'induction, est composée de deux ou trois éléments, afin d'obtenir de fortes étincelles.

Il en faut en outre autant qu'il y aura de circuits à rompre, au moins deux. Elles se composeront d'un ou plusieurs éléments selon les longueurs respectives des circuits. Elles devront, dans tous les cas, être assez puissantes pour que l'attraction des hélices et des électro-aimants, dont les bobines sont parcourues par des courants,

l'emporte sur la pesanteur du corps soumis à leur influence.

§ 6. *Mesure et lecture des arcs.*

L'appareil porte un vernier circulaire et une loupe qui sont mobiles autour de l'axe *du pendule*, et destinés à évaluer exactement les fractions de divisions du limbe.

Le limbe sera divisé en fractions de degré plus ou moins grandes, selon le rayon. Elles pourraient être : du *quart* ou de 15', du *tiers* ou de 20', et du *demi* degré ou 30', pour les limbes dont les rayons auraient : $0^m,30$, $0^m,25$, $0^m,20$, et seraient alors représentées par des longueurs de $1^{mil},31$, $1^{mil},45$, $1^{mil},74$.

L'emploi d'un vernier divisé en quinze, vingt, ou trente parties, selon le cas, permettrait d'évaluer facilement un arc de 1'. Cette précision paraît suffisante, car les cosinus de deux arcs différant de 1' ne diffèrent guère qu'à la cinquième décimale et ces lignes trigonométriques entrent dans les calculs; elle est de plus supérieure à celle donnée par le pendule électro-balistique

du capitaine Navez, qui a paru suffisant quoi qu'il permette seulement, d'après l'auteur, d'apprécier 1/10 de degré.

On pourrait d'ailleurs obtenir une précision plus grande, si elle était nécessaire, en faisant usage d'un *micromètre*, qui serait monté sur une tige verticale le long de laquelle il pourrait se mouvoir, et disposé de manière à tourner autour de l'axe optique horizontal, pour rendre le mouvement de translation du réticule perpendiculaire aux divisions des limbes.

Cet appareil serait placé de telle sorte que l'axe optique de la lunette soit normal au plan du limbe, et que la trace de l'étincelle soit couverte par la croisée des fils du réticule; on ferait ensuite tourner la lunette autour de son axe, jusqu'à ce que la direction de translation du réticule devienne perpendiculaire a une division voisine de limbe; opération facile si l'on plaçait dans la lunette un fil directeur du mouvement de rotation, qu'on arrêterait quand ce fil coïnciderait avec une division du limbe.

Après cette seconde opération on ferait mouvoir le réticule en sens contraire du mouvement du pendule, jusqu'à ce qu'il arrive sur la division voisine. Alors le nombre de tours et fractions de

tours de la vis motrice, indiquerait le chemin parcouru sur le limbe par la croisée des fils, chemin qui sépare la trace de l'étincelle de la division voisine.

La précision avec laquelle on peut obtenir cette fraction d'arc est très-grande; car, en supposant: 1° que le limbe soit divisé en arcs de 15' ; 2° que la vis du micromètre fasse 15 tours pour que le reticule parcoure une de ces divisions; et 3° que la tête de la vis soit partagée en 60 parties égales; chaque tour de vis fera avancer le réticule de 1', et chaque soixantième de tour d'un arc de 1''.

La lunette porte un petit miroir éclairé par une lampe et disposé de manière à renvoyer la lumière sur la partie du limbe placée en face du micromètre, afin qu'on puisse lire facilement les divisions. Ce petit miroir, placé entre le limbe et l'objectif de la lunette, est percé d'une ouverture centrale destinée à laisser passer les rayons lumineux partis du limbe, qui doivent tomber sur l'objectif pour pénétrer dans l'intérieur du micromètre.

Nous ne nous arrêterons pas davantage sur ce sujet qui est développé dans tous les traités de physique et d'astronomie.

Ainsi on pourra toujours négliger l'erreur de lecture dans la mesure des arcs, car elle sera toujours trop faible pour influencer les résultats; cependant, il serait facile d'en tenir compte si on le jugeait nécessaire.

II.

DISPOSITION ET JEU DE L'APPAREIL POUR LES EXPÉRIENCES.

Pl. II et III.

§ 1. *Disposition pour les expériences*

Les divers appareils élémentaires du Chronoscope sont disposés de la manière suivante, selon qu'on veut faire usage d'un conjoncteur et disjoncteur simples, ou d'un disjoncteur et conjoncteur complexes. J'exposerai successivement ces deux dispositions qui, du reste, sont analogues.

On place sur une même table, pl. 11 ; 1° le pendule; 2° en avant de son limbe, le micromètre quand on en fait usage, on ne l'a pas repré-



senté; 3° en arrière du pendule, l'appareil d'induction de Ruhmkorff.

L'extrémité extérieure a du fil fin de la bobine induite, est réunie par un fil à la presse a'' qui est en communication avec le support du pendule et la lentille de ce dernier. L'extrémité b est unie à la presse b'' qui communique avec la plaque métallique recouverte de papier.

Sur une autre table, à droite, on place le conjoncteur et le disjoncteur.

Il y a trois piles P_0, P_1, P_2; qui ont chacune une destination spéciale.

La pile P_0 a pour objet de produire le courant d'induction dans l'appareil Ruhmkorff.

Son circuit se compose : d'uu fil qui va du pôle à la presse B, se réunir à l'une des extrémités de la bobine inductrice de l'appareil Ruhmkorff; de cette bobine, dont l'autre extrémité est fixée à la presse A; d'un fil qui va de A à la presse m du conjoncteur; du circuit métallique continué par le levier jusqu'à la presse m'; puis il est complété par un fil qui atteint l'autre pôle de la pile.

On dirige le courant inducteur qui suit ce circuit, au moyen du commutateur, de manière que l'extrémité extérieure a du fil de la bobine induite soit positive.

La pile P_1 a pour objet de donner un courant qui passe dans la bobine de l'électro-aimant E de l'appareil indicateur.

Le circuit se compose : du fil allant de l'un des pôles à la presse *a'*, de l'appareil indicateur à laquelle aboutit l'une des extrémités du fil de la bobine de l'électro-aimant E ; de cette bobine, dont l'autre extrémité est fixée à la presse *b'* ; du fil qui en part pour s'attacher à la presse *n* du disjoncteur D ; enfin du circuit continué par la règle métallique jusqu'à la presse *m*, qui est réliée par un fil métallique au second pôle de la pile.

La pile P_2 a pour objet de produire un courant destiné à activer l'électro-aimant du disjoncteur.

Son circuit se compose : du fil allant de l'un des pôles à la presse *p'*, où s'attache une des extrémités du fil de la bobine ; de cette bobine dont l'autre extrémité se réunit en *p* à un fil qui s'attache à la presse *m'* du disjoncteur ; du circuit continué à travers la règle métallique jusqu'à la presse *n'*, qui est réunie par un fil métallique à l'autre pôle de la pile.

Lorsque les expériences auxquelles on se livre nécessitent l'emploi de conjoncteurs et de disjoncteurs complexes, les divers éléments de l'ap-

pareil sont disposés d'une manière analogue à la précédente. Ainsi l'appareil indicateur et l'appareil d'induction conservent leur position respective, le système des conjoncteurs complexes est placé à droite, et plus à droite le système des disjoncteurs complexes, pl. III. Le nombre des conjoncteurs et des disjoncteurs est le même dans chaque système et égal à celui des circuits, moins un, nécessités par l'expérience.

Chaque couple de conjoncteur et disjoncteur voisins remplit, pour un circuit, le rôle d'un conjoncteur et disjoncteur simples.

On emploie autant de piles qu'il y a de circuits, plus un, car chacune de ces piles P_0, P_1, P_2, P_3, etc., a un objet spécial à remplir.

La pile P_0, destinée, comme précédemment, à produire le courant d'induction, a un circuit extérieur qui se compose : d'un fil partant d'un pôle pour s'attacher à la presse *c*, de la bobine d'induction ; d'un fil allant de la presse A à l'extrémité α' du gros conducteur $\alpha\alpha'$, qui appartient au système des conjoncteurs ; d'un levier et de son support, quand le contact de la vis *v* a lieu ; du second conducteur $\epsilon\epsilon'$; enfin d'un fil qui réunit l'extrémité ϵ' à l'autre pôle de la pile.

La pile P_1 est destinée à produire le courant

qui passe dans l'électro-aimant E. Son circuit extérieur se compose : du fil qui va d'un pôle à la presse a'' et de là à la bobine de E ; de cette bobine dont le fil passe en b'' pour aller s'attacher à l'extrémité δ du gros conducteur $\delta\delta$ qui passe par les presses semblablement placées n ; de la règle métallique d'un disjoncteur D ; du conducteur $\gamma\gamma'$ qui passe par les presses homologues m ; enfin d'un fil qui va de l'extrémité γ de ce conducteur au second pôle de la pile.

La pile P_2 est destinée à produire le courant qui doit passer dans l'électro-aimant du conjoncteur s_1. Son circuit extérieur identique à celui d'un conjoncteur simple, se compose : du fil allant d'un pôle à la presse p_1 et de là à la bobine ; de cette bobine, dont le fil vient en p_1' pour aller s'attacher à la presse m' du disjoncteur ; de la règle métallique en rapport avec la presse n' ; enfin du fil qui va de n' au second pôle de la pile.

La pile P_3 remplit le même objet pour l'électro-aimant des conjoncteurs S_2, son circuit est analogue à celui de la pile P_2.

Il en est de même des piles P_4, P_5, etc, et de leurs circuits.

Ainsi lorsque l'on fait usage des conjoncteurs

et disjoncteurs complexes, la disposition des éléments et la marche des circuits sont analogues à ce qui a lieu pour le cas où l'appareil est simple. Les seuls changements sont : que les bouts du fil interpolaire de P_0 sont fixés aux extrémités $\alpha' \beta'$ des gros conducteurs $\alpha\alpha'$ $\beta\beta'$, au lieu de les fixer aux presses *m m'*, et que celles du conducteur interpolaire de P_1, le sont aux extrémités γ δ des gros couducteurs $\gamma\gamma'$ $\delta\delta'$.

Les circuits I, II, III, etc. des piles P_1, P_2, P_3, etc., doivent être disposés de manière à être interrompus mécaniquement et successivement à l'origine et à la fin du temps à mesurer. Les dispositions adoptées dans ce but varieront avec la nature du mobile et l'espèce de mouvement dont il s'agira de reconnaître la loi. On ne peut à ce sujet indiquer de dispositions générales et absolues.

§ 2. *Jeu de l'appareil.*

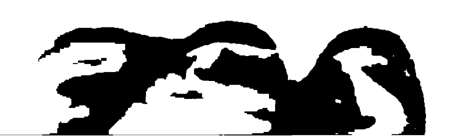
Il est maintenant facile de comprendre le jeu de l'appareil, mais pour procéder avec méthode je commencerai par exposer celui de l'appareil simple.

On commence d'abord par mettre en activité les piles P_0, P_1, P_2, puis on amène le fer doux de la lentille du pendule au contact de celui de l'électro-aimant. Le pendule est ainsi tenu éloigné de la verticale à une distance angulaire d'environ 80°. On place ensuite dans la bobine électro-magnétique du conjoncteur momentané le cylindre en fer doux qu'elle doit soutenir; ou bien on suspend un petit cylindre en fer doux à l'électro-aimant qui la remplace, si on préfère ce procédé.

Cela fait, si l'on tourne la roue à développante R du disjoncteur D_1, on interrompera simultanément les circuits I et II, parcourus par les courants produits par les piles P_1 et P_2.

L'interruption du circuit 1, déterminant la désaimantation de l'électro-aimant soutien du pendule, amènera la chûte de ce dernier qui est soumis à l'action de la gravité, et la production de son mouvement oscillatoire.

L'interruption du circuit II, faisant perdre à la bobine du conjoncteur sa propriété attractive, déterminera la chute du cylindre en fer doux, qu'elle soutenait dans son intérieur. Ce cylindre, par suite de la construction de l'appareil, tombera, sur le levier placé au-dessous de lui, et le



fera basculer pour fermer momentanément le circuit d'induction parcouru par le courant issu de la pile P_1.

Ce courant inducteur momentané, déterminera un courant d'induction dans le circuit formé : par les fils allant de l'appareil Rhumkorff aux presses ; par le support du pendule ; par le pendule et la plaque métallique couverte de papier, sauf une petite solution de continuité entre le pendule et la plaque. La tension de ce courant à l'extrémité de la pointe de platine qui termine la partie inférieure de la tige du pendule, produira une étincelle capable de percer le papier apparent entre les limbes. Cette trace correspond à l'instant où la chûte du cylindre du conjoncteur ferme momentanément le circuit inducteur.

L'interruption simultanée des deux circuits I, II, détermine ainsi un certain arc. Nous désignerons par α_0, sa grandeur et par t_0 le temps de son parcours par le pendule, temps qu'on peut calculer.

Toutes les autres circonstances restant les mêmes, si l'on recommence l'expérience en remplaçant seulement la simultanéité des temps de rupture des circuits I, II, par une durée finie quel-

conque θ_x, cette différence, entre les instants où ces circuits ont été interrompus, en produira une égale : dans la chûte du fer doux de la bobine électro-dynamique, dans le jeu de bascule du levier conjoncteur, dans la production de l'étincelle, et par conséquent cette seconde expérience donnera un arc $\alpha_1 > \alpha_0$, dont nous représenterons la durée du parcours par t_1.

L'accroissement $\alpha_1 - \alpha_0$, ou l'arc *compris* entre les traces successivement faites par les étincelles dans les deux expériences consécutives, résultant de l'intervalle de temps θ_x écoulé entre les interruptions des circuits I et II, ces deux quantités sont corrélatives de sorte que la connaissance de l'une donne celle de l'autre.

L'expérience nous donne $\alpha_1 - \alpha_0$ *soit* δ, *de* grandeur et de position ; on peut donc en déduire le temps θ_x de son parcours, car il est égal à la différence de ceux employés par le pendule pour parcourir les arcs α_0 α_1, on a donc $\theta_x = t_1 - t_0$.

La théorie donne le moyen de calculer t_0, t_1, pour la position initiale connue du pendule. On aura donc θ_x intervalle de temps qui a séparé les interuptions des deux circuits magnétiques I, II.

Si l'on modifie la hauteur de chûte, du cylindre de fer doux de la bobine électro-dynamique,

le jeu de bascule du levier conjoncteur, etc., l'arc α_0, correspondant à la simultanéité d'interruption des circuits I, II, changera de grandeur, ainsi que le temps t_0 de son parcours.

De sorte que le même intervalle de temps connu, θ, entre les interruptions des circuits I, II, donnera, selon les cas, de nouveaux arcs α_0, α_1, différant de leurs analogues, précédemment obtenus, et auxquels correspondront des temps différents t_0 t_1. Mais on aura toujours la relation $\theta = t_1 - t_0$.

La différence $\alpha_1 - \alpha_0 = \delta_1$ qui représente le temps constant θ, pourra donc varier et prendre des valeurs très-différentes, selon la position de son origine ou la grandeur de l'arc α_0. Elle sera maxima quand le centre de l'arc δ occupera la partie inférieure du limbe, car c'est là que le mobile a sa plus grande vitesse. On pourra la lui faire occuper, après quelques tâtonnements, quand on jugera nécessaire d'avoir le plus grand arc possible représentatif d'un temps à mesurer. Il conviendra de le faire pour les petits intervalles de temps.

Ainsi le jeu de l'appareil simple qui suffit pour obtenir la mesure *d'un intervalle de temps*, est d'une grande simplicité.

On va voir que le jeu de l'appareil, avec un système de conjoncteurs et disjoncteurs, qui permet de mesurer plusieurs intervalles de temps, ne présente pas d'autres difficultés.

Supposons que, dans l'appareil représenté pl. III, les piles P_0, P_1, P_2, P_3, etc., soient en activité, les cylindres de fer doux suspendus par l'attraction des bobines électro-dynamiques ou des électro-aimants dans les conjoncteurs S_1, S_2, S_3. Si l'on tourne la roue à développante du disjoncteur D, les circuits I, II provenant des piles P_0, P_1 seront simultanément interrompus comme précédemment.

L'interruption du circuit I mettra le pendule en mouvement, et celle du circuit II déterminant la chute du fer doux sur le levier inférieur, produira la fermeture momentanée du circuit inducteur. De là résultera une étincelle qui déterminera un arc α'_0 dont le temps de parcours sera t'_0.

Si l'interruption des circuits I, II, au lieu d'être simultanée a lieu ensuite successivement, et que θ' représente le temps écoulé entre ces interruptions, il en résultera un arc $\alpha'_1 > \alpha'_0$ décrit pendant un temps t'_1 égal à $t'_0 + \theta'$, et la différence des arcs décrits dans les deux opérations,



c'est-à-dire l'arc $\alpha'_1 - \alpha'_0 = \delta_1$ représentera le temps θ' dont la valeur sera $t'_1 - t'_0$.

Si maintenant on referme les circuits I, II, et qu'on tourne la roue à développante du disjoncteur D_1, on interrompera simultanément les circuits I et III, et de cette interruption résultera un arc α''_0 dont le temps de parcours sera t''_0. Si ensuite on referme ces circuits I, III et qu'on les interrompe successivement, il en résultera un nouvel arc α_1'' dont le temps de parcours sera t_1''.

Les circonstances de l'expérience faite sur les circuits I, III, étant semblables à celles de la précédente faite sur les circuits I, II, comme on le voit par la figure pl. III, tout ce que nous avons dit précédemment se rapporte au cas actuel. Ainsi l'arc différence $\alpha_1'' - \alpha''_0 = \delta_2$ représentera le temps θ'' écoulé entre les interruptions des circuits I, III.

Les interruptions simultanées et successives des circuits I, IV, analogues aux précédents, conduiraient de même aux arcs α_0''' α_1''' décrits pendant les temps t''', t_1''', et à l'arc différence $\alpha_1''' - \alpha_0''' = \delta_3$ représentant le retard θ'''.

Si, maintenant, on veut obtenir les intervalles de temps qui séparent les interruptions succes-

sives des circuits I, II, III, IV, rien n'est plus simple.

Il faut d'abord calculer la valeur des intervalles de temps décrits entre l'interruption du circuit I et chacun des suivants. Pour cela il suffit:

1° d'interrompre simultanément les courants I, II, puis I, III, enfin I, IV, comme on l'a indiqué précédemment, ce qui donne une première série d'arcs α_0', α_0'', α_0''', dont on remarque avec soin l'extrémité tracée par l'étincelle ;

2° d'interrompre successivement les circuits I, II, III, IV, d'où resultera une nouvelle série d'arcs α_1', α_1'', α_1''' corrélatifs des premiers.

3° de mesurer exactement avec le vernier ou le micromètre les arcs de ces deux séries.

4° de calculer les temps t_0' t_0'', t_0''', et t_1', t_1'', t_1''' du parcours des arcs de ces deux séries.

5° de prendre les différences

$$t_1' - t_0' = \theta', \quad t_1'' - t_0 = \theta'', \quad t_1''', - t_0''', = \theta'''$$

qui représentent les temps de parcours des arcs différence δ_1 δ_2 δ_3, c'est-à-dire ceux écoulés entre la rupture du circuit I et chacun des circuits II, III, IV.

Connaissant ainsi la valeur des temps θ', θ'', θ''', si de chacune d'elles on retranche celle qui la précède, on aura le temps écoulé entre les ins-

tants de l'interruption de deux circuits consécutifs, et les différences $\theta - o$, $\theta'' - \theta'$, $\theta''' - \theta''$, que nous représentons par τ', τ'', τ''' résoudront la question.

Tel est le procédé général à suivre pour obtenir les intervalles de temps, qui séparent les interruptions successives d'une série de conducteurs, en admettant qu'on sache calculer le temps de parcours d'un arc par le pendule. Nous allons entrer dans quelques détails sur ce sujet très-important pour la construction et l'emploi de l'appareil.

NOTA. — Le jeu du marteau de l'appareil Ruhmkorff peut être supprimé quand on se propose seulement d'obtenir un tracé d'étincelle à chaque interruption d'un circuit; car le *conjoncteur momentané*, qui ferme le circuit inducteur pendant un temps très-court, pourrait remplir son rôle. On ferait alors usage, soit d'un appareil sans marteau, et par conséquent plus simple et moins cher; soit d'un appareil ordinaire, dont on arrêterait le jeu en élevant assez l'enclume pour presser le marteau contre le fer doux central de la bobine.

III

DÉTERMINATION DU PENDULE SIMPLE SYNCHRONE DU PENDULE COMPOSÉ.

§ 1. *Relation entre les vitesses des pendules simple et composé pour les mêmes arcs.*

Soit (fig. 2) un pendule composé de forme quel-

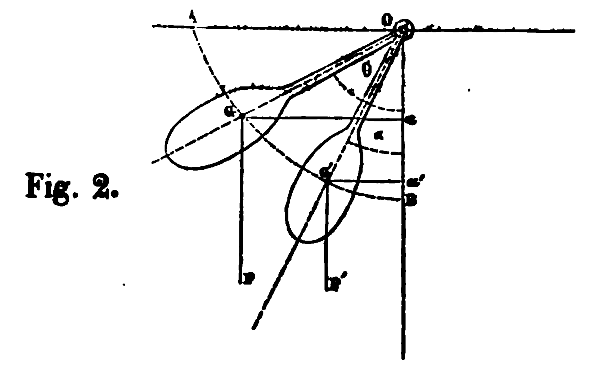


Fig. 2.

conque tournant autour de l'axe fixe O, G son

centre de gravité, D la distance de ce centre à l'axe de rotation, P son poids, M sa masse, I son moment d'inertie autour de l'axe O.

Supposons ce pendule écarté de la verticale de manière que la ligne O G fasse avec elle un angle θ. Si nous abandonnons alors le pendule à lui-même, il commencera son oscillation, et au bout d'un certain temps l'angle θ sera devenu α. Soit O G' la nouvelle position de O G.

Arrivé à cette seconde position le pendule, partant du repos, aura acquis une certaine vitesse angulaire ω, et par conséquent la force vive $\frac{1}{2}I\omega^2$. Pendant ce temps le travail développé par le poids P, force unique qui sollicite le pendule, sera $P \times aa'$, aa' étant la quantité dont le centre de gravité G s'est abaissé. Or

$$aa' = a'O - aO = D\cos\alpha - D\cos\theta = D(\cos\alpha - \cos\theta)$$

On aura donc:

$$\frac{1}{2} I\omega^2 = PD(\cos\alpha - \cos\theta)$$

$$(1) \qquad \omega = \sqrt{\frac{2PD(\cos\alpha - \cos\theta)}{I}}$$

Ou $\omega = \sqrt{\frac{2g\,MD}{I}(\cos\alpha - \cos\theta)}$

Equation qui donne la vitesse angulaire du pendule en un point quelconque de son oscillation quand on connaît l'angle initial du mouvement.

Cette formule montre que ω croît quand θ augmente, et est maximum pour $\theta = 90°$; il faudra donc donner à cet angle initial θ du mouvement du pendule, la plus grande valeur que comportera la construction de l'appareil, car il est *important* d'obtenir le plus grand angle possible pour mesurer un temps donné. Il pourra être de 90° si l'axe est suspendu par des pointes, et 80° s'il l'est par des couteaux.

En appliquant les mêmes principes au cas du pendule simple de longueur L, le moment d'inertie $I = \Sigma\, m\, r^2$ se réduirait à mr^2, et dans le cas actuel à $m\,L^2$ puisque dans ce cas $r = D = L$, et on aurait alors pour les mêmes angles θ, α, la relation :

$$\frac{1}{2}\,\omega^2\, mL^2 = pL\,(\cos\alpha - \cos\theta)$$

$$\text{d'où}\quad \omega = \sqrt{\frac{2p}{mL}\,(\cos\alpha - \cos\theta)}$$

(2) $$\omega = \sqrt{\frac{2g}{L}\,(\cos\alpha - \cos\theta)}$$

Les deux équations (1) (2) différant entre elles seulement par les coëfficients du facteur ($\cos \alpha - \cos \theta$), et la grandeur de L étant arbitraire, si on la prend telle qu'elle satisfasse à la relation :

$$\frac{2g}{L} = \frac{2MD}{I}$$

$$(3) \qquad L = \frac{I}{MD}$$

Le mouvement du pendule simple deviendra identique à celui du pendule composé. L'étude du mouvement du pendule composé sera ainsi ramenée à celle du pendule simple synchrone ayant la longueur L et par conséquent très-simplifiée.

La valeur de L, dépendant des trois quantités, P, D, I, relatives au pendule composé, nous allons les déterminer ; parmi elles se trouve P poids du pendule composé qu'on obtiendra par une simple pesée.

§ 2 *Détermination de la distance du centre de gravité à l'axe de suspension.*

La détermination de D, distance du centre de gravité à l'axe de suspension offre plus de dif-

ficultés à vaincre, car en général on ne connaît pas à priori la position du centre de gravité. Mais on peut résoudre cette question par le procédé suivant :

On écarte le pendule de la verticale d'un angle α assez grand, et on le suspend par un fil vertical très-fin fixé à l'un des plateaux d'une balance, dont on charge l'autre avec des poids jusqu'à ce que l'équilibre soit établi.

Soit P' ce poids, qui représentera la tension du fil suspenseur, D' la distance horizontale de ce fil à la verticale passant par l'axe de suspension, et x celle du centre de gravité du pendule à la même verticale.

L'équilibre du système donnera $P'D' = Px$, P étant le poids du pendule, d'où :

$$(4) \qquad x = \frac{P'D'}{P} = \delta.$$

L'angle d'écart α étant parfaitement connu, on a entre δ et D la relation :

$$\delta = D \sin \alpha$$

$$(5) \qquad \text{d'où } D = \frac{\delta}{\sin \alpha}$$



Nous avons supposé qu'on savait mesurer D' avec précision, sans indiquer de procédé. On pourrait employer le suivant qui serait d'une grande exactitude.

A cet effet, on ferait usage d'un cathétomètre pour déterminer la différence de hauteur h de l'axe de suspension et du point d'attache du fil suspenseur. Cette différence h, mesurée ainsi très-exactement, et l'angle α qu'on prend à volonté suffisent pour calculer la distance horizontale D', car on a $D' = h \sin \alpha$.

Ainsi la détermination de la distance D du centre de gravité à l'axe de suspension n'offrira pas de difficultés à l'opérateur un peu exercé.

Reste à trouver la valeur du moment d'inertie I.

§ 3. *Détermination du moment d'inertie du pendule composé.*

L'expression $t = \pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ du temps de l'oscillation du pendule simple, synchrone du pendule composé, devient d'après la formule (3)

$$(6) \qquad t = \pi \sqrt{\frac{I}{MgD}} = \pi \sqrt{\frac{I}{PD}}.$$

d'où

$$(7) \qquad I = \frac{PD}{\pi^2} t^2$$

Dans cette équation P poids du pendule est connu, D distance du centre de gravité à l'axe de suspension l'est aussi, reste à déterminer le temps t d'une très-petite oscillation du pendule.

§ 4. *Détermination de la durée d'une petite oscillation.*

On écartera très-peu le pendule de la verticale et on le laissera osciller, on comptera exactement le nombre n des oscillations qu'il fera pendant un espace de temps quelconque T, mesuré très-exactement avec un compteur à pointage par exemple, et $\frac{T}{n}$ sera la durée d'une petite oscillation.

Quelque petite que soit l'oscillation elle aura toujours une grandeur finie, et le résultat ne sera qu'approché, car la durée d'une oscillation varie un peu avec l'amplitude (1) comme le montre la formule

(1) *Mécanique de Poisson*, tome 1, page 345.

$$(a) \qquad t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left(1 + \frac{\theta^2}{16}\right)$$

θ étant l'angle d'écart du pendule.

Si l'on veut avoir une plus grande approximation, il faut avoir égard à l'influence de la grandeur de θ sur la durée d'une oscillation, et par conséquent sur le nombre n' exécuté pendant le temps T, afin de ramener ce nombre à celui n qui aurait été obtenu si les oscillations avaient été infiniment petites. Le nombre n des oscillations infiniment petites se déduira de celui n' obtenu pendant le même temps quand θ est très-petit, au moyen de la formule

$$(b) \qquad n = n' \left(1 + \frac{\theta^2}{16}\right).$$

Par conséquent le temps d'une oscillation infiniment petite sera :

$$(c) \qquad t = \frac{T}{n' \left(1 + \frac{\theta^2}{16}\right)}$$

Si l'on a soin de faire en sorte que l'amplitude θ des oscillations soit très-petite, la correction précédente généralement suffira.

On peut néanmoins obtenir la durée d'une oscillation quelque soit son amplitude, au moyen de la série convergente suivante :

$$T' = \pi\sqrt{\frac{l}{g}}\left[1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2\frac{\epsilon}{2} + \left(\frac{1.3}{2.4}\right)^2\left(\frac{\epsilon}{2}\right)^2 + \left(\frac{1.3.5}{2.4.6}\right)^2\left(\frac{\epsilon}{2}\right)^3 + \text{etc.}\right]$$

ϵ étant le *sinus verse* de θ on a $\epsilon = 1 - \cos\theta$,

Mais comme $\cos\theta = 1 - \frac{\theta^2}{2} + \frac{\theta^4}{1.2.3.4.}$ etc., si l'on néglige la 4e puissance de θ on aura alors $\epsilon = \frac{\theta^2}{2}$, et la formule (d) se réduira à la formule précédente (a).

Pour faire usage de cette formule, on fera osciller le pendule sous un angle d'écart assez grand, 20°, par exemple, que nous désignerons par θ_1, et on mesurera exactement le temps total T_1, écoulé pendant un certain nombre n_1 d'oscilations ; on mesurera de même le temps T_2 écoulé pendant n_2 oscillations quand la demi-amplitude θ_2, = 15° par exemple : le temps T_3 correspondant à n_3 oscillations, pour la demi-amplitude θ_3 = 10°.

La formule (d) donnera :

$$(e) \qquad T_1 = \pi\sqrt{\frac{L}{g}}(1+\gamma_1),\ T_2 = \pi\sqrt{\frac{L}{g}}(1+\gamma_2),$$

$$T_3 = \pi\sqrt{\frac{L}{g}}(1+\gamma_3) \text{ etc.}$$

Expressions où les termes :

$$\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\gamma_1,\ \pi\sqrt{\frac{L}{g}}\gamma_2,\ \pi\sqrt{\frac{L}{g}}\gamma_3 \text{ etc.}$$

sont les accroissements de la durée $\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ d'une oscillation très-petite, quand les demi-oscillations sont devenues θ_1, θ_2, θ_3, θ_4, etc.; et où γ_1, γ_2, γ_3, etc., représentent les termes de la série que, pour ces divers angles, l'on a conservés dans le calcul.

Le nombre des oscillations dans le même temps, étant en raison inverse de leur durée, les nombres n', n'', n''', n'''' des oscillations infiniment petites, correspondant aux nombres n_1, n_2, n_3, etc., observés pendant les temps T_1, T_2, T_3, T_4, etc., seront donnés par les relations suivantes :

$$n' = n_1(1+\gamma_1),\ n'' = n_2(1+\gamma_2),\ n''' = n_3(1+\gamma_3), \text{ etc.}$$

Ainsi le nombre total des oscillations infini-

ment petites faites pendant le temps total de l'observation $T = T_1 + T_2 + T_3$, etc.

Sera $N = n' + n'' + n''' + n'''' +$ etc.

Et par conséquent la durée t d'une de ces petites oscillations :

$$t = \frac{T}{N}$$

qui devient en y remplaçant N par sa valeur

$$(g) \qquad t = \frac{T}{n_1 (1 + \gamma_1) + n_2 (1 + \gamma_2) + n_3 (1 + \gamma_3) + \alpha} \text{ etc.}$$

§ 5. *Longueur du pendule simple synchrone.*

Quand t sera déterminé par un des moyens précédents, (*c*) (*g*) on remplacera dans la formule (7), P, D, et t, par leurs valeurs respectives et on aura la valeur de I.

Celle-ci, mise ensuite dans l'équation (3) donnera la longueur L du pendule simple synchrone du pendule composé qu'on considère, ou la distance de l'axe d'oscillation de ce dernier à l'axe de suspension.

(La suite au prochain volume.)

MEMOIRES

SUR

L'ART DE LA GUERRE

PAR LE GÉNÉRAL

COMTE DE LA ROCHE-AYMON

COMPTE-RENDU

PAR M. SOYE

Capitaine au 1er régiment de voltigeurs de la garde impériale.

C'est une vérité généralement reconnue aujourd'hui qu'il n'y a pas de sience plus difficile, qui exige des connaissances plus variées que celle de la guerre.

Former, discipliner et conduire les armées, tel est le but général qu'elle se propose :

La simple analyse de cette définition implique tout d'abord la division de la science en

plusieurs branches. Si la formation des armées, le maintien de leur discipline, sont du ressort de l'administration, la conduite des troupes, leur emploi devant l'ennemi appartiennent à l'art de la guerre proprement dit. S'occuper d'en rendre les principes généraux familiers à ceux qui sont chargés de mettre en action cette *machine* qu'on appelle armée, de manière à lui faire donner le maximum de travail utile qu'*on doit* attendre d'elle, c'est rendre un véritable service. C'est ce qu'a entrepris de faire au commencement de ce siècle, un officier français, alors au service de la Prusse, qui s'est placé tout d'abord au rang des écrivains militaires les plus distingués.

Son ouvrage embrasse les sciences qui composent l'art de la guerre proprement dit ou de *la* conduite des armées, et, traitant également tous les sujets avec un remarquable talent, il est un de ces livres qui méritent à bon droit d'être classés au nombre des plus utiles qu'un officier puisse avoir dans sa bibliothèque. C'est, pour ainsi dire, une véritable encyclopédie de l'art de la guerre.

Il résume les connaissances si diverses de la stratégie, de la grande tactique, de la tactique de

détail, de l'art de l'ingénieur, et pose, d'une manière claire et concise, avec une méthode sûre et l'expérience d'un homme qui a beaucoup étudié et pratiqué, les principes qui leur servent de base.

Fils et petit-fils d'officiers qui s'étaient distingués sous l'ancienne monarchie, mieux que tout autre, le général comte de la Roche-Aymon était à même de composer cet ouvrage qu'il publia en 1802, sous le titre modeste d'*Introduction à l'art de la guerre*.

Un de ses ancêtres, le chevalier Paul de la Roche-Aymon, qui vint au monde le 27 septembre 1683, fit ses premières armes à la fin du dix-septième siècle dans la guerre d'Espagne. On faisait alors une guerre plus lente et plus méthodique que de nos jours, l'Empereur n'avait pas encore appris à faire la guerre de mouvements, la stratégie n'était point encore arrivée au développement que nous lui voyons de nos jours, on faisait une guerre de positions, de siéges. Ce fut ainsi que le chevalier de la Roche-Aymon assista aux siéges de Salvaterra, Segura, Penha-Garcia, d'Ucepedo, de Ciburos, d'Idana-Nova, Monsanto, Castel-Branco, Portalègre, Castel-Vide, en 1704. Nous le retrouvons ensuite au siége de Gibraltar en 1705 et l'année suivante à

Badajoz et Carthagène. Il servit avec distinction comme commandant en chef de l'artillerie aux siéges de Mons, Charleroy, Saint-Guislain, des ville et château de Namur, et enfin aux batailles de Rocoux et de Lawfeld. Il fit encore le siégede Maestricht et mourut le 22 mars 1759 après avoir fourni une carrière brillante et laissant de beaux exemples à suivre.

Un autre de ses ancêtres, Antoine-Louis-François, marquis de la Roche-Aymon, assistait en 1733, au siége de Kehl; à la bataille de Dettingen, en 1742; aux combats de Plaisance et du Tidone en 1746, à la bataille d'Hastembeck en 1757, à la prise des villes de Minden et de Hanovre, et mourut lieutenant-général.

Antoine-Charles-Guillaume, marquis de la Roche-Aymon était lieutenant-général au début de la révolution française. Imbu des idées du temps, il émigra et alla comme tant d'autres offrir ses services aux ennemis de la France. Il emmenait avec lui son jeune fils Antoine-Charles-Etienne-Paul, comte de la Roche-Aymon. Le marquis de la Roche-Aymon se rangea sous les drapeaux du prince de Condé, et y servit jusqu'au licenciement de l'armée des émigrés. Ce

fut alors qu'il se retira sur le territoire de la ville libre de Hambourg.

Son fils, qui avait fait ses premières armes dans les rangs des émigrés, entra au service de la Prusse.

C'est là qu'on le rencontre à Rheinsberg, comme lieutenant du détachement de hussards du prince Henri en 1794; plus tard, en 1806, comme commandant du second bataillon des hussards noirs, puis lieutenant-colonel commandant le 2e régiment de ces hussards en 1808. Puis enfin, il fut nommé colonel et général-major. En 1811, il donna sa démission, rentra à la fin de la Restauration en France, où on le retrouve marquis, pair de France, lieutenant-général, inspecteur-général de cavalerie, chevalier de Saint-Louis et officier de la Légion d'Honneur.

Nous n'avons pas à apprécier la conduite du général de la Roche-Aymon pendant la révolution; nous ne devons le considérer que comme écrivain militaire, et sous ce rapport on ne saurait trop l'admirer, et on en peut dire qu'il a laissé un bel exemple à suivre.

Mettre sous les yeux des officiers qui s'occupent de l'art militaire, les principes essentiels,

basés de la théorie actuelle de l'art de la guerre qui sont contenus dans l'ouvrage qu'il a publié, et que le général Jomini a jugé, « un des ouvrages classiques des plus complets et les plus recommandables », était un service à leur rendre. C'est ce qui a conduit à extraire de chacune des parties de l'introduction à l'art de la guerre, tout ce qui pouvait présenter encore un intérêt d'actualité : on en a fait une série de mémoires spéciaux, qui traitent des diverses branches de l'art de la guerre.

Cet ouvrage n'a presque point vieilli comme on peut s'en convaincre facilement. Rien n'est plus intéressant que les idées de l'auteur au sujet des études militaires, la logique avec laquelle il déduit la nécessité d'étudier la théorie et s'élève contre ce préjugé que la connaissance de quelques manœuvres constitue le grand homme de guerre, que la théorie est très-inférieure et subordonnée à la pratique, attire à bon droit l'attention des lecteurs. Déduisant d'une série d'exemples tirés de l'histoire l'importance des études militaires, il émet enfin l'idée de la formation des bibliothèques régimentaires qui puissent offrir aux officiers ces ressources dont les privent la *cherté* des livres militaires.

On le voit, cette idée est de bien vieille origine, remonte à une date fort éloignée; et cependant, malgré tout ce qui a été écrit ou publié pour la développer, on n'est encore arrivé à aucun de ces résultats capables de produire cette révolution si désirable, la seule qui puisse faire tomber cette fameuse assertion contenue dans une des lettres du grand Frédéric au général Fouquet. Et peut-être gagnerait-on plus qu'on ne le pense à généraliser ainsi dans l'armée des études qui doivent attirer au plus haut degré l'attention des militaires qui la composent.

On rencontre dans l'ouvrage du comte de la Roche-Aymon des vues générales et étendues qu'on ne devait pas s'attendre à y voir à l'époque où il écrivait : Nous pouvons en citer comme exemple ce qu'il dit de la Géographie : « Par » géographie, j'entends, dit-il, une connais- » sance approfondie des pays, sous le point de » vue de leur gouvernement, de leur génie na- » tional, des mœurs, population, agriculture, » commerce intérieur et extérieur, enfin de leurs » finances; en un mot je considère l'étendue to- » pographique du pays que l'on étudie, simple- » ment comme la masse, la réunion des diverses » combinaisons indiquées ci-dessus, comme le

» levier ou la force motrice dont la puissance doit » être indispensablement connue pour calculer, » soit le degré d'impulsion, soit celui de résis- » tance. » Il donne ensuite quelques détails sur ce qu'on doit entendre par la constitution, sur les ressources qu'on peut tirer tant de sa population, de son territoire, que de ses moyens pécuniaires, données essentielles, car c'est « d'après *leur* » étude seule que l'on peut sagement *décider* » une guerre dont elle permet de calculer la du- » rée et les probabilités. »

C'est en s'appuyant sur ces considérations qu'on est arrivé aujourd'hui à donner un vif intérêt à une science qui n'est la plupart du temps, et pour nombre de gens, qu'une nomenclature bien aride et bien sèche de noms propres, de pays et de villes, quand elle doit être au contraire une étude raisonnée des facilités ou des obstacles que le terrain peut offrir aux mouvements des troupes, des qualités physiques et morales des habitants qui le couvrent, etc., etc.

Si, en se livrant à cette étude, l'auteur en arrive à formuler ce jugement, en disant : « Les » habitants des grandes villes sont pires encore » que ceux des pays plats et fertiles dont j'ai » parlé; ils sont énervés par la longue habitude

» des vices et de leurs conséquences, incapables
» de supporter la fatigue, et de plus trop raison-
» neurs pour faire des soldats vigoureux et obéis-
» sants. » Il se hâte de lui enlever tout ce qu'il doit renfermer de trop absolu en ajoutant :
« C'est ici qu'il faut redoubler d'efforts et de
» soins pour arriver à la certitude des résultats
» et éviter les erreurs. » Il cite alors l'exemple de la première campagne de la coalition contre la révolution française où l'oubli de notre caractère national amena forcément les alliés à adopter une suite de mesures fâcheuses et déplorables dont la conséquence naturelle fut la défaite totale de ces ennemis qui en appelaient si dédaigneusement à la botte du maréchal Bender.

Cette manière de procéder à l'étude de la géographie avait déjà été indiquée par Guibert dans ce tableau qui devait servir de base à cet ouvrage qu'il voulait intituler *la France politique et militaire*.

Ce travail n'est point facile, disons-le, quoique nous ayons déjà une route toute tracée dans les ouvrages militaires qui ont paru depuis quelques années; que les cartes que nous offrent les collections publiques soient excellentes, il est encore de ces données essentielles qui nous man-

quent par cela même qu'elles ne peuvent être considérées comme étant du domaine public.

Mais on en arrivé tout naturellement de la géographie à « la topographie, ou *science du* » *local*, qui est absolument nécessaire pour ser- » vir de base aux projets d'opérations, car » il ne suffit point d'avoir une notion géné- » rale d'un pays, il faut être instruit à fond de » l'état de la province que l'on veut attaquer, » surtout de ces particularités qui sont si inti- » mement liées avec les opérations militai- » res, etc., etc. » Et comme développement de ces idées, il donne une analyse des frontières de la France, considérées au point de vue d'une guerre soit offensive, soit défensive, imitant en cela l'exemple précédemment tracé par Lloyd. Cette connaissance de la topographie, de fort peu d'importance pour les anciens, dont les ordres de bataille étaient *plus profond, plus raccourcis* que les nôtres, nous est devenue indispensable depuis cette période de l'histoire moderne qui nous conduit de l'abdication de Charles-Quint au traité de Westphalie. C'est à cette époque que les capitaines Français, dans les guerres de religion, commencent à donner les premiers principes de l'art de la guerre, et on ne

se tromperait peut-être pas en disant qu'ils furent les premiers fondateurs des écoles suédoises et hollandaises, conclusion que l'étude réfléchie des batailles de Coutras, Arques, Niewport, Leipzig, Lützen, Nordlingen, permet de tirer, tout en nous donnant une idée de l'importance du rôle de la topographie qui va toujours en grandissant depuis cette époque.

Quant on traite des ouvrages de M. de la Roche-Aymon, il faudrait les citer en entier pour en donner une idée, car toutes les idées s'y lient et s'y enchaînent de telle manière qu'il est impossible de rien scinder.

Nous nous bornerons à indiquer rapidement en passant les mémoires qui traitent des ponts militaires, de l'emploi de l'artillerie dans l'attaque, la défense des places et en campagne, dans lesquels on trouve de nombreux points de ressemblance avec ce qui se pratique ajourd'hui, comme on peut s'en convaincre en le rapprochant des prescriptions de l'*Aide-Mémoire des officiers de l'artillerie*.

Si nos troupes n'ont pas été appelées depuis longtemps à jeter un pont de bateaux dans les circonstances de guerre que prévoit l'auteur, on peut néanmoins recommander à tous les officiers

l'étude des observations relatives à la construction des ponts sur arches rompues, des ponts de châssis et de tonneaux. Nombre de ces données ont été utilisées: ainsi, par exemple, par l'armée de Portugal, auxordres de Masséna; enfin nous pourrions indiquer comme exercices utiles ceux qui ont été opérés, il y a peu d'années encore, sous la direction du général de Courtigis par sa division.

En signalant les observations précédentes du général de la Roche-Aymon, il ne faut pas passer sous silence ce qu'il a écrit sur l'infanterie, la cavalerie et les chasseurs ou troupes légères. Ces idées servent encore aujourd'hui de base aux règlements dont nous faisons usage. On commençait à cet époque déjà à pressentir toute l'importance que le feu devait prendre; aussi, blâmant les méthodes alors en usage, il recommande une étude suivie des règles du tir, puis la pratique des exercices du tir à la cible, et enfin il réclame pour les officiers le coup d'œil nécessaire à l'appréciation des distances. Ce sont ces idées qui, prises plus tard en sérieuse considération, faisaient écrire en 1813 par l'empereur à tous les chefs de corps qu'il fallait organiser des concours de tir et des prix pour les meilleurs

tireurs des corps sous leurs ordres. Et à la suite se trouvent des instructions détaillées sur les sommes qu'il serait nécessaires d'employer pour les exercices; plus tard, les règlements du 15 juillet 1845 et les autres instructions qui sont venues les modifier à la suite de la création des écoles normales de tir, ont établi pour les divers corps de l'armée les bases d'une instruction qui est devenue aujourd'hui d'une utilité pratique incontestable et dont on a pu apprécier les heureux résultats dans la dernière campagne que vient de faire notre armée. L'influence que doit avoir le tir dans les diverses actions de guerre conduit naturellement à examiner la formation qui lui permet d'être le plus efficace possible ; aussi le général de la Roche-Aymon consacre quelques passages à l'étude de cette question traitée depuis avec tant de succès par le marquis de Chambray, la formation de l'infanterie sur deux ou sur trois rangs. On peut signaler au lecteur l'emploi que le général propose de faire de la formation sur trois rangs pour repousser la cavalerie, mais se laissant ensuite aller à son entraînement, il en arrive à discuter en quelques mots l'armement de l'infanterie, et à dire : « des fusils et des « piques réunis dans une proportion que l'expé-

« rience décidera, et l'infanterie sera inexpu-
« gnable, bien entendu, les forces morales égales
« de part et d'autres. » Cet entraînement s'explique facilement quand on lit dans un livre, écrit sur l'organisation militaire de la Suisse, les mêmes idées reproduites dans un autre sens, et ce livre a été écrit cependant en 1855 (1) au moment même où s'accomplissaient les événements militaires qui ont si vivement attiré l'attention de l'Europe dans ces dernières années.

Les idées du général sur la fortification et son emploi à la guerre sont fort intéressantes. Leur lecture est d'un grand intérêt pour tous ceux qui envisagent le métier au même point de vue que lui. Il en est de même des vues qu'il a émises sur la petite guerre ou science des *détachements*. Les écrits du général de la Roche-Aymon résument tout ce qui s'était fait jusqu'à ce moment; l'importance même donnée dans les guerres de l'Empire aux grands détachements et aux corps de partisans, attirent suffisamment l'attention sur cette étude pour nous dispenser d'entrer dans de plus longs détails.

(1) Militär politik mit besonderer Beziehung auf die Widerstands kraft der Schweiz und der kampfeines Milizheeres gegen stehende Heere von Wilhelm Schulz-Bodmer. — Leipzig, 1855.

Enfin il a traité de la castramétation et des marches des armés en apportant encore à ce sujet le tribut des études longues et suivies auxquelles il s'était livré avant de rédiger son ouvrage. Il s'occupe avec science et talent de la formation de l'armée en divisions, en colonnes, des marches des colonnes, etc., et donne comme développement de ses idées des applications de ces principes à des terrains situés entre Berlin et Postdam : et enfin deux mémoires historiques extraits des ouvrages du général Bourcet sur les quartiers d'hiver de 1759 et 1762; car il connaît la maxime *longum iter per prœcepta breve et efficax per exempla.* Si nous adoptons le jugement que porte le général Jomini dans un de ces ouvrages que la stratégie est effleurée seulement dans les écrits du général de la Roche-Aymon, il n'en est pas moins vrai de dire que l'étude attentive des principes qu'ils renferment peut servir d'introduction à une autre plus sérieuse et plus approfondie d'une science qui a un rôle si important parmi les diverses branches de l'art de la guerre.

Certainement l'art a fait de grands progrès depuis l'époque de la publication du livre du général de la Roche-Aymon, et nous ne manquerons

pas de bons ouvrages sur les diverses branches de l'art de la guerre qui sont traitées dans l'ouvrage de M. de la Roche-Aymon; on n'a qu'à citer les noms de Jomini, d'Okounef, de Rachia, etc., qu'à rappeler les instructions du maréchal Bugeaud ; mais au moment même de sa publication, il était d'une utilité réelle et avait un mérite incontestable.

Quoique tous les exemples soient pris *dans les* guerres de Frédéric, du prince Henri de Prusse, que l'auteur ne cite que peu d'exemples des guerres de la Révolution, on voit qu'il a senti et apprécié toute l'importance qu'elles devaient avoir dans l'avenir pour la science, car il dit en terminant son ouvrage: « En étudiant d'après ces principes les « mouvements défensifs du général Dumouriez « en 1792, ceux de l'armée du Nord en 1794, « les belles campagnes de Masséna dans la Suisse « et le pays de Gênes, en 1799 et 1800, y ajou- « tant diverses manœuvres brillantes de l'archi- « duc Charles, on aura le cours le plus complet « des règles de la guerre défensive sous ces di- « vers aspects. »

Un écrivain moderne, auquel on doit nombre de travaux importants sur l'art de la guerre, le savant traducteur des principes de la grande

guerre de l'archiduc Charles a porté ce jugement qu'on ne peut qu'approuver quand on a lu les écrits qui sortent de la plume du général de la Roche-Aymon. « La Roche-Aymon a beaucoup « écrit sur l'art de la guerre et l'a toujours fait « avec beaucoup de talent. »

On doit, en effet, à la plume du général: 1° l'*Introduction à l'étude de l'art de la guerre*, 4 vol. in-8° avec un atlas, ouvrage composé, alors qu'il n'était que capitaine, tout jeune encore, et qui est le résumé des études qu'avait faites l'auteur. Cet ouvrage, imprimé en français à Weimar, de 1801 à 1804, a été traduit en allemand;

2° Un autre ouvrage intulé: *Des Troupes légères* ou réflexions sur l'organisation, l'instruction et la tactique de l'infanterie et de la cavalerie légères, publié en 1817, à Paris, 1 vol. in-8° renfermant de précieux détails qui sont tirés d'une instruction sur le service des troupes légères, due également au général de la Roche-Aymon et qui a été traduite en allemand après avoir été adoptée en Prusse;

3° Un *Manuel du Service de la cavalerie légère en campagne*, publié également à Paris

après l'ouvrage précédent; il porte la date de l'année 1821.

On attribue encore au général de la Roche-Aymon *la Vie privée, politique et militaire du prince Henri de Prusse,* publiée en 1809, à Paris, sous le voile de l'anonyme.

« Cette dernière publication, s'il faut en croire « M. de la Barre-Duparcq, ne fût que l'accomplis- « sement d'un pieux devoir envers la mémoire « d'un prince qui s'était montré, dans son tes- « tament, *reconnaissant de son tendre attache- « ment et heureux de l'avoir eu auprès de lui,* « et lui avait confié à cette heure suprême, l'ho- « norable mission d'aller, après ses obsèques, « remettre au roi de Prusse l'épée qu'il portait « pendant la guerre de Sept-Ans, *en priant ce « monarque de la faire conserver comme un « souvenir de la fidélité constante avec laquelle « il avait servi l'Etat.* »

Certainement on peut déplorer que le général de la Roche-Aymon ait cru devoir offrir à l'étranger des services qui auraient pu être si utiles à la France. Mais il n'en est pas mois vrai que s'il ne peut prétendre à une place à côté des noms glorieux des lieutenants de l'empereur Napoléon Ier, il doit être, et à bon droit, classé dans le

petit nombre des auteurs didactiques les plus estimés, et c'est à ce titre, et de l'avis même des écrivains militaires les plus capables, qu'on ne saurait trop recommander l'étude de ses ouvrages.

THIR

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE 8e VOLUME DE LA 4e SÉRIE

DU JOURNAL DES ARMES SPÉCIALES

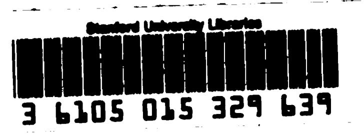
(Juillet à Décembre 1857.)

BIBLIOGRAPHIE.

PLANCHES

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU HUITIÈME VOLUME.

Paris. — Imprimerie Beaulé rue Jacques de Brosse, 10.


Stanford University Libraries
3 6105 015 329 639

